பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு ஓர் அறிமுகம்

(INTRODUCTION TO PLASTICS)

மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
நா. அய்யாசாமி

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—January, 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 557

© Tamil Nadu Text Book Society

INTRODUCTION TO PLASTICS

M. R. BALASUBRAMANIAN AND N. AYYASAMY

Price Rs. 8-40

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by

M/s. APPAR ACHAKAM,
2/140, Prakasam Salai,
Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன்றாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு ஓர் அறிமுகம்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 557 ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க்குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 592 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தில் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

1. அறிமுகம்

(INTRODUCTION)

நம் நாடு சுதந்திரமடைந்தபின் வெகுவாக வளர்ச்சியடைந்துள்ள தொழில்களுள் பிளாஸ்டிக் தொழிலும் ஒன்றாகும். முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நம் நாட்டில் செல்லுலாய்டு, கேசீன் தவிர வேறெந்தப் பிளாஸ்டிக்கும் புழக்கத்தில் இல்லை. செல்லுலாய்டும் குழந்தைகளுக்கான விளையாட்டுச் சாமான்கள் தயாரிப்பதற்கும், திரைப்பட பிலிம் உற்பத்தி செய்வதற்கும் மட்டுமே பயன்பட்டு வந்தது. செல்லுலாய்டு எளிதில் தீப்பற்றி எரியக் கூடியது என்ற முக்கியக் காரணத்தினல், பொறியியற் றுறையில் அதற்குப் பயன் ஏதும் இல்லை. எனினும், பிளாஸ்டிக் என்ற சொல்லுக்குச் செல்லுலாய்டு என்பது மறுபொருள் என்று கூறும் அளவிற்குச் செல்லுலாய்டு மட்டுமே பிளாஸ்டிக் தொழிலை வலிந்து இடம்பற்றி வந்தது. செல்லுலாய்டு மலிவான பொருளாக இருந்ததால் பிளாஸ்டிக் என்றாலே கிள்ளுக்கீரை என்ற ஓர் உணர்வு மக்களிடையே நிலவியது. ஆனால், இன்றோ நிலை தலைகீழாகியுள்ளது. அடுக்களை முதல் அலுவலகம் வரை அன்றாட வாழ்க்கையில் நாம் எத்துணைப் பிளாஸ்டிக் பொருள்களைக் கையாளுகிறோம்? இவை தவிர இன்னும் எவ்வளவு பிளாஸ்டிக் சாமான்கள் நடுத்தர மக்களுக்கு எட்டாத அளவிற்கு விலை உயர்ந்தவைகளாய் இருக்கின்றன? மனிதன் அவ்வப்போது பயன்படுத்தி வந்துள்ள கருவிகளையும், பொருள்களையும் கொண்டு மனித இனம் பூமியில் தோன்றியது முதல் இன்று வரையிலான பல்லாயிரமாண்டுகளைப் பல்வேறு காலங்களாகப் பிரித்தறிகிறோம். இம் முறையைப் பின்பற்றியே கற்காலம், வெண்கலக் காலம், இரும்புக் காலம் என்ற சொற்கள் உருவாக்கப் பட்டன. அப்படிப் பார்க்கையில், நம் தலைமுறை வாழும் காலத்தைப் பிளாஸ்டிக் காலம் (Plastic age) என்று வழங்குவது சாலப் பொருந்தும். இந்தப் பிளாஸ்டிக் காலம் மேலைநாடுகளில் சற்றேறக்குறைய முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பே தொடங்கி

விட்டது. நம் நாட்டைப் பொறுத்தவரை கடந்த பத்தாண்டு களாகத்தான் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் மக்களின் கவனத்தைக் கவர்ந்துள்ளன. இன்றும் முன்னேற்றமடைந்த நாடுகளில் புழக்கத்திலுள்ள பிளாஸ்டிக் பொருள்களுள் சில நம் நாட்டில் ஏட்டில்தான் காண முடிகிறது.

பொம்மைகள், வளையல்கள் போன்றபொருள்களின் தயாரிப் பிற்கு மட்டுமே பிளாஸ்டிக் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பின், அதற்குத் தற்போதுள்ள முக்கியத்துவம் தேவையற்றதாகும். ஆனால், சில பொறியியல் துறைகளில் பிளாஸ்டிக் ஓர் இன்றியமையாத பொருள் என்பதே அதன் பெருமைக்கும் மதிப்பிற்கும் காரணம். இன்று வீடு, வேளாண்மை, போக்குவரத்து, தற்காப்பு, மருத்துவம் ஆகிய முக்கியமான துறைகளில் மட்டும் சுமார் இரண்டாயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட பிளாஸ்டிக் சாமான்கள் பயன் படுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. பிளாஸ்டிக்குகள் பெரு மளவில் பயனுறுவதற்கு அவை நவீனமான பொருள்கள் என்பதுமட்டும் காரணமாகாது. பிளாஸ்டிக்குகள் கண்டுபிடிக்கப் படுவதற்கு முன்பு எவ்வகைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி வந்தோம் என்று நினைவுபடுத்திக்கொண்டால் பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்கு இன்றிருக்கும் மதிப்பிற்கு உண்மையான காரணம் விளங்கும்.

உலோகம், மரம், கண்ணாடி, பீங்கான் (porcelain or ceramic) போன்ற பழைமையான பொருள்களின் இடத்தைப் பிளாஸ்டிக் எளிதில் பிடித்துவிட்டது. இப் பொருள்களில் ஒவ்வொன்றையும் விட ஏதாவதொருவகையில் உயர்வுள்ள பிளாஸ்டிக்குகள் ஒவ் வொன்றாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் விளைவே இது.

உலோகத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். விலையுயர்ந்தவை யான பிளாட்டினம், தங்கம் போன்ற இரண்டோர் உலோகங் களைத் தவிர மற்றவை யாவுமே வேதியியல் பொருள்களால் அரிக்கப்படுபவை (corrodible). பிளாஸ்டிக்குகள் இயற்கையில் கிடைப்பவையல்ல. தொகுப்பு முறையில் உருவாக்கப்படுபவை (synthetic). ஆகையால், தகுந்த மூலப் பொருள்களைப் பயன் படுத்தி ஆக்கமுறையையும் தக்கவாறு அமைத்தால் சிறிதும் அரிமானமுறாத பிளாஸ்டிக்குகளைத் தொகுக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக, டெஃப்ளான் (Teflon) எனும் பிளாஸ்டிக் பொருள் மேற்கூறிய உலோகங்களைவிட இவ்வகையில் சிறந்து விளங்கு கின்றது. இப் பொருளுக்கு அங்ககப் பிளாட்டினம் (Organic platinum) என்றொரு பெயரும் உண்டு.

பிளாஸ்டிக்குகள் பெரும்பாலான உலோகங்களைவிட இலேசானவை. மேலும், ஒரே எடையுள்ள உலோகத்தையும் பிளாஸ்டிக்கையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், முன்னதைவிடப் பிளாஸ்டிக்கின் வலிமை கூடுதலாக இருப்பதை உணரலாம். அஃதாவது, எந்த ஒரு பிளாஸ்டிக் அமைப்பும் அதே எடையுள்ள உலோக அமைப்பைவிட உறுதிவாய்ந்தது. வேறெந்தக் காரணத்திற்காக இல்லாவிட்டாலும், இந்த ஓர் அம்சத்திற்காகவே பிளாஸ்டிக்கைப் பொறியியற்றுறையில் மிகுந்த அளவில் பயன்படுத்தலாம். இவ் வுண்மை பெரிய தொழிற்கூடங்களில் எந்த அளவிற்குப் பயனுரமிக்க கொள்கையாகக் கருதப்படுகிறது என்பதைப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் காணப்போகிறோம்.

கீழே விழுந்தால் உலோகம் நசுங்கும்; கல் உடையும்; கண்ணாடி நொறுங்கும். ஆனால், பிளாஸ்டிக்கில் கீறல் ஏற்படுவதுதான் அதிகபட்சச்சேதமாயிருக்கும். கீறல்கூட விழாத (அதாவது, தேய்மானமற்ற) பரப்புக்கொண்ட பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதையறிந்தால் பிளாஸ்டிக்கின் சிறப்புப் புரியும்.

மரம் கீழே விழுந்தால் உடைவதில்லையே எனக் கேட்கலாம். மரத்தில் வேறு சில குறைபாடுகள் உள்ளன. மரத்தின் வலிமை நீளவாக்கில் கூடுதலாகவும் குறுக்குவாக்கில் குறைவாகவும் இருப்பது ஒரு பெரிய குறை. மரம் நுண்துளைகள் மலிந்த பரப்பு உடையது. ஆதலால் அஃது எண்ணெயை உறிஞ்சுகிறது. மேலும், மரம் எளிதில் தீப்பிடித்துச் சாம்பலாகும்; உப்புத் தண்ணீரில் சிதைந்துவிடும். இத் தொல்லைகளுக்கெல்லாம் அப்பாற்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

அரிமானத்தைத் தடுக்கவும் வண்ணத்தை ஏற்றுவதற்கும் உலோகங்களுக்குப் பூச்சுக்(paint)கொடுக்கப்படுகிறது. பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் அரிமானமற்றவை என்பதுடன் தயாரிக்கப்படும் பொழுதிலேயே பலவித வண்ணங்களைக் கலப்பதற்கு ஏற்றவை. (இரண்டொரு பிளாஸ்டிக்குகளை ஒருசில வண்ணங்களில் மட்டுமே தயாரிக்க இயலும் என்பது இதற்கு விதிவிலக்கு.)

ஒலியையும் (அதிர்வலைகளையும்), வெப்பத்தையும் தடுப்பதில் பிளாஸ்டிக்குகள் மட்டுமே செவ்வனே பணிபுரிகின்றன. மின் காப்பீடு (electrical insulation) பிளாஸ்டிக்குகளைப் பயன்படுத்திச் செய்கையில் துப்புரவாக அமைகிறது. மேலும், வார்ப்புகள், படலங்கள், பூச்சுகள், இழைகள், நுரைகள் எனப் பல்வேறு

வடிவங்களிலும் ஒரே பிளாஸ்டிக்கினாலான பொருளை உருவாக்கும் வாய்ப்புள்ளது.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து பிளாஸ்டிக்குகள் நிறைவுமட்டுமே பெற்ற பொருள்கள் என யாரும் முடிவு செய்தால், அதற்கு இந் நூலாசிரியர்களின் எழுத்தாற்றலில் நிறைவில்லை என்பதுதான் பொருளேயல்லாது உண்மை அதுவன்று. மேற்கூறிய உயர்ந்த தன்மைகள் யாவையும் ஒருங்கேபெற்ற ஒரு பிளாஸ்டிக் இதுவரை தயாரிக்கப்படவில்லை என்பதே இதற்குச் சான்று. தவிரவும், பிளாஸ்டிக்கிலுள்ள ஒரு பெரிய குறை அதைச் சில துறைகளில் பயன்படுத்த முடியாமல் செய்துவிடுகிறது. பெரும்பாலான பிளாஸ்டிக்குகள் பரிமாணங்களை நிலைநிறுத்திக் கொள்ள இயலாதவை (no dimensional stability). முக்கியமாக, நீண்ட காலத்திற்குச் சுமை தாங்கும் அங்கங்களாகப் பயன்படுத்த வேண்டியிருப்பின், பிளாஸ்டிக்குகள் ஒதுக்கப்படவேண்டியவை. பொதுவாக, பிளாஸ்டிக்கினாலான ஒரு பொருளின் உருவம் சிறிது சிறிதாக மாறக்கூடும். மின்னணுவியல் துறையில் கன பரிமாணம் சிறிதும் மாறுமலிருக்கும் சாதனங்கள் தயாரிக்கப்பட வேண்டிவரும். இதனால், இத் துறையில் பயன்படுத்தப்படு முன் பிளாஸ்டிக்குகள் கடுமையான சோதனைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.

பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்பத்தால் விரிவடையும் இயல்பில் உலோகங்களையும் மிஞ்சக்கூடியவை. உயர் வெப்பநிலைகளில் அவை வலிமையிழக்கக்கூடும். அல்லது நிலை இறக்கம் காணக் கூடும். (பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் தன்மைகள் அத்தியாயம் 22-ல் விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளன.)

மேற்கண்ட ஒரு சில குறைகளை மனத்திற்கொண்டு பிளாஸ்டிக்கின் தன்மைகளை ஆராய்ந்தால், பிளாஸ்டிக் பொருளை எந்த அளவிற்குத் தொன்றுதொட்டுப் பயன்படுத்திவரும் பொருள்களுக்கு மாற்றுப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம் என்பதை உறுதிசெய்துவிடலாம்.

'பிளாஸ்டிக்' என்றால் என்ன?

மிகவும் பழக்கப்பட்ட சில சொற்களுக்குப் பொருள்கூறுவது கடினம். அம் மாதிரியான சொற்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். எனினும், வேதியியலாரும் பொறியியலாரும் தத்தம் வழியில் இச் சொல்லுக்குப் பொருள்கூற முற்பட்டனர். ஒருவகை வேதியியல் அமைப்பினைக்கொண்ட பொருள்களுக்குப் பிளாஸ்டிக்

எனப் பெயரிடலாம் என்பது வேதியியலாரின் கருத்து. பொறியியற்றுறையிலோ குறிப்பிட்ட சில தன்மைகளைத் தன்னகத்தே கொண்ட எந்த ஒரு பொருளையும் பிளாஸ்டிக் எனலாம். இச் சந்தர்ப்பத்தில் நமக்கெல்லாம் மிகவும் பழக்கப்பட்ட ஒரு பொருளைப்பற்றி ஒரு கருத்தைக் கூறுவது பொருத்தமென்று நினைக்கிறேம். 'கண்ணுடி' எனும் சொல் ஒரு பொருளைக் குறிக்காது. கண்ணுடி என்பது ஒரு நிலை. அஃதாவது, சில நீர்மங்கள் விரைவாகக் குளிர வைக்கப்படும்போது படிகமான திடநிலையை அடையாமல் பாகுத்தன்மை மிகுந்த திடநிலையைப் பெறுகின்றன. படிகத்தின் ஒழுங்கு இத் திண்மத்திலிராது. நீர்மத்திலிருந்த ஒழுங்கற்ற அமைப்பு கண்ணுடிப் பொருளிலும் நீடிக்கிறது. ஆகையால், அதற்கு மிகையாகக் குளிர்விக்கப்பட்ட நீர்மம் (supercooled liquid) என்பது பெயர். இந் நிலையை அடையும்போது எந்த ஒரு பொருளும் கண்ணுடி என வழங்கப் படும்.

அதேபோன்று வெப்பத்திலுலோ அழுத்தத்திலுலோ அல்லது இரண்டும் சேர்ந்த நிலையிலுலோ எவ் வடிவத்திலும் எளிதில் வார்க்கக்கூடிய பொருளைப் பிளாஸ்டிக் எனலாம். இந்த இலக்கணம் எந்த அளவிற்குப் பொருத்தமானது என்பதைப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் கூர்ந்து கவனிப்போம். தயாரிப்பின் ஏதோ ஒரு கட்டத்தில் சாதாரண வெப்பநிலைகளில் ஊற்றி வார்க்கப்படக்கூடிய நிலையிலுள்ள எந்த ஒரு பொருளும் பிளாஸ்டிக் என்னும் பெயருக்குப் பொருத்தமானதுதான்.

வேதியியல் துறையிலும், பொறியியல் துறையிலும் இச்சொல்லுக்கு வெவ்வேறு பொருள்கள் வழங்கப்படுவதுபோல் தோன்றிலுலும், இரண்டு இலக்கணங்களும் ஒரேவகைப் பொருளையே குறிக்கின்றன. வேதியியலில் அமைப்பிற்குச் (constitution) சிறப்பான இடம் அளிக்கப்படுவது முறையாகும். பொறியியலில் தன்மைகளுக்கு (properties) முக்கியத்துவம் அளிக்கப்படுவதும் முறையேயாகும். எப்படியெனில், ஒரு பொருளின் தன்மை அதன் மூலக்கூறு அமைப்பின் தன்மையைப் பொறுத்தது (அத்தியாயம் 22-ல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது). ஆதலால், இவ் விரண்டு இலக்கணங்களுக்கும் பொருந்தும் பொருள்கள் ஒரே வகையைச் சார்ந்தவை.

வேதியியலில் மூலக்கூறு எடை மிகக் கூடுதலாகக்கொண்ட (வடிவமைப்புப் பெருத) பொருள்களைப் 'பிசின்' (resin) என்பர். இந் நூலிலும் வேதியியல் தன்மைகளைக் குறிக்கையிலோ வடிவமைப்புப்பெருத பிளாஸ்டிக் பொருளைக் குறிக்கையிலோ பிசின்

எனும் சொல்லே பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. வடிவமைப்புப் பெற்ற பிசினையோ அதன் இயல்பியல்புகளையோ (physical properties) விவரிக்கையில் **பிளாஸ்டிக், நெகிழி, குழைமம்** எனும் சொற்கள் பாகுபாடின்றிப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. 'பிளாஸ்டிக்' எனும் சொல் யாவர்க்கும் பழக்கப்பட்ட சொல்லாதலால் அதனைப் பெருமளவு பயன்படுத்தியுள்ளோம்.

2. ஆதார வேதியியல்

(BASIC CHEMISTRY)

இப் பகுதி பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் தன்மைகளையும், பிசின்களின் தயாரிப்பு முறைகளையும் நன்கு அறிய வேதியியலில் அதிக ஈடுபாடு இல்லாத மாணவர்களுக்கு உதவும் என்ற நோக்கத்துடன் எழுதப்பட்டுள்ளது. தேவையான வேதியியற் கொள்கைகளும், அமைப்பை ஒட்டிய தன்மைகளும் சுருங்கக் கூறப்பட்டுள்ளதால் மேல் விவரங்களுக்கு வேதியியல் நூல்களை அணுக வேண்டும் என்று கேட்டுக்கொள்ளப்படுகிறது.

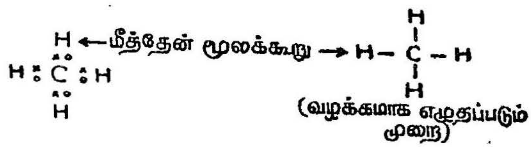
இணைப்புகளில் பலவகை (Bonding types)

அணுக்களின் சேர்க்கையில் மூலக்கூறுகள் உருவாகின்றன. அஃதாவது, மூலக்கூறுகளில் அணுக்கள் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இப் பிணைப்புகளில் பலவகை உண்டு. பிணைப்பின் தன்மை, பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் அணுக்களின் உள்ளமைப்பைப் பொறுத்தது. அணுக்களில் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்பதும், அவற்றின் எண்ணிக்கையும், அணுவில் அவற்றின் இருக்கையும் அவ் வணுவின் வேதியியற்றிறனை நிர்ணயிக்கும் அம்சங்கள் என்பதும் தொடக்க வேதியியலில் அறிமுகம் பெற்ற எவரும் அறிந்ததாகும்.

ஓர் அணுவினின்றும் மற்றோர் அணுவிற்கு எலெக்ட்ரானை மாற்றுவதன் மூலமோ இரண்டு அணுக்களும் தங்களிடையே சில எலெக்ட்ரான்களைச் சமமாகப் பங்கிட்டுக் கொள்வதன் மூலமோ இணைய முடியும். முதல்வகைப் பிணைப்பிற்கு அயனிப் பிணைப்பு (Ionic bond) என்பதும், இரண்டாவது வகைக்குச் சக பிணைப்பு (covalent bond) என்பதும் பெயர்.

சக பிணைப்பு (Covalent bond)

பிளாஸ்டிக் பிசின் மூலக்கூறுகளில் சகபிணைப்பே அதிகமாக இடம் பெறுகின்றது. சகபிணைப்பு என்பது இருவர் கூட்டுச் சேர்ந்து வியாபாரம் நடத்துவதற்கு ஒப்பானது. பங்குதாரர் இருவர் ஒரளவு முதல் போட்டு இலாபத்திலும் சமமாகப் பங்கு பெறுவது போன்றதொரு செயலே இங்கும் நிகழ்கின்றது. பிணைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு அணுக்களும் ஆளுக்கொன்றாக இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை அளித்துப் பின்பு அவ் விரண்டு எலெக்ட்ரான்களையும் சமமாகப் பங்கிட்டுக் கொண்டால் அவ் வகைச் சக பிணைப்பிற்கு ஒற்றைப் பிணைப்பு என்பது பெயர்.



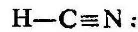
இடப்புறமுள்ள வாய்பாட்டில் நான்கு எலெக்ட்ரான்களைக் கார்பனும் மற்ற நான்கனை ஹைட்ரஜனும் தந்துள்ளன.

எந்தப் பிணைப்பாகிலும் மூலக்கூறுகளில் உள்ள எந்த ஓர் அணுவைச் சுற்றிலும் (ஹைட்ரஜனைச் சுற்றி இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருந்தால் போதுமானது; ஹைட்ரஜன் மற்றும் இரண்டோர் இலேசான தனிமங்கள் விதிவிலக்கு) எட்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், இந்த 'எட்டென் கூட்டம்' (octet) மூலக்கூறுக்கு நிலையான தன்மை அளிக்கிறது. இதனுடன் மற்றோர் அடிப்படைக் கொள்கை உள்ளது. சகபிணைப்புக் கொண்ட எந்த மூலக்கூறிலும் ஒவ்வொரு தனிம அணுவைச் சுற்றியும் அத் தனிமத்தின் கூடுகை எண்ணுக்குச் (valence) சமமான பிணைப்புகள் இருத்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாகக் கார்பனின் இணைதிறன் அல்லது கூடுகை எண் (ஒரு கார்பன் அணு எவ்வளவு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் இணையும் என்பதே கூடுகை எண் எனக் கொள்க) நான்காகும். கார்பனைக் கொண்ட எந்த மூலக்கூறிலும் கார்பனைச் சுற்றி நான்கு பிணைப்புகள் இருந்தாக வேண்டும். கார்பனைக் கொண்ட எந்த ஒரு மூலக்கூறின் வடிவ வாய்பாடு (structural formula) எழுதப் பட்டாலும் அஃது இந்த நான்கு - இணைப்புக் கொள்கையை மனத்தில் இறுத்தியே எழுதப்பட்டிருக்க வேண்டும். அதே போன்று ஹைட்ரஜனின் இணைதிறன் ஒன்று, ஆக்சிஜனின்

இணைதிறன் இரண்டு, நைட்ரஜனின் இணைதிறன் மூன்று என்றிருப்பதால் ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பக்கத்தில் ஒரு பிணைப்பு, ஆக்ஸிஜனுக்கு இரண்டு பிணைபபுகள், நைட்ரஜனுக்கு மூன்று பிணைப்புகள் என்பது விதி.



நீர் மூலக்கூறு



ஹைட்ரஜன் சயனைடு மூலக்கூறு

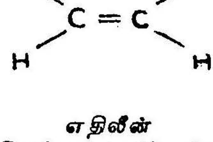
ஹைட்ரஜனுக்கு அருகில் ஒரு பிணைப்பும், மற்ற அணுக்களைச் சுற்றி அவற்றின் இணைதிறனுக்குச் சமமான பிணைப்புகளும் உள்ளதைக் கவனிக்கவும். இணைப்பில் பங்குபெறுத எலெக்ட்ரான்கள் தனியே காட்டப்பட்டுள்ளன.

பல் பிணைப்புகள் (Multiple bonds)

ஹைட்ரஜன் சயனைடு மூலக்கூறில் $-C\equiv N$ என்ற பிணைப்பு உள்ளதல்லவா? இதே போன்று ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பிணைப்புகளை இரண்டு கார்பன் அணுக்களுக்கிடையேயும் எதிர் பார்க்கலாம். இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் பங்கிடப்பட்டால் ஒற்றைப்பிணைப்பு எனக் கண்டோம். எடுத்துக்காட்டு : மீதேன் மூலக்கூறு.

நான்கு எலெக்ட்ரான்களை இரு கார்பன் அணுக்கள் பங்கிட்டுக் கொண்டால் விளையும் பிணைப்பு இரட்டைப் பிணைப்பு (double bond) ஆகும். ஆறு எலெக்ட்ரான்களைப் பங்கிட்டால் முப்பிணைப்புக் (triple bond) கிடைக்கும். இரட்டைப் பிணைப்பை எதிலீன் மூலக்கூறிலும், முப்பிணைப்பை அசிட்டலீன் மூலக் கூறிலும் சந்திக்கிறோம்.

அசிட்டலீன்
(முப்பிணைப்பு)



எதிலீன்
(இரட்டைப் பிணைப்பு)

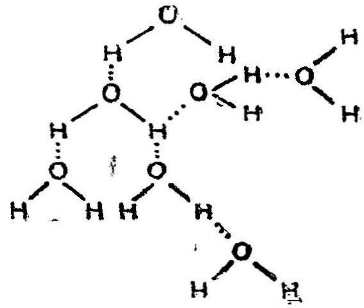
கார்பன்-கார்பன் ஒற்றைப் பிணைப்புகளைக் கொண்ட மூலக் கூறுகளை நிறையுற்ற (saturated) மூலக்கூறுகள் என்றும், பல் பிணைப்புக் கொண்டவற்றை நிறைவுறாத (unsaturated) மூலக் கூறுகள் என்றும் கூறுவர். நிறையுற்ற மூலக்கூறுகளைவிட நிறைவுறாதவை வினைத்திறன் மிக்கவை. நிறைவுறாதவை வினைப் படுவதன் மூலம் நிறைவுறுகின்றன. முப்பிணைப்பு அகன்று இரட்டைப் பிணைப்பும், இரட்டைப் பிணைப்பு அகன்று ஒற்றைப் பிணைப்பும் தோன்றும். பல்பிணைப்புகளின் இத் தன்மை பல பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் உருவாக எவ்வாறு உதவுகிறது என்பதை அடுத்த அத்தியாயத்தில் காணப்போகிறோம்.

துணைப் பிணைப்புகள் (Secondary bonds)

அணுக்களிடையே ஏற்படும் பிணைப்புகள் முதனிலைப் பிணைப்புகள் (primary bonds). மூலக்கூறுகளிடையேயும் ஈர்ப்பு விசை இயங்குகிறது என்பதை வாண்டர் வால்ஸ் என்பார் கண்டறிந் தார். இந்த வாண்டர் வால்ஸ் விசையை (Van der Waals force) ஆதாரமாகக் கொண்ட இணைப்பு முதனிலைப் பிணைப்பைக் காட்டிலும் வலுக் குறைந்தது. இவ்வகைப் பிணைப்புகளுக்குத் துணைப் பிணைப்புகள் (secondary bonds) என்பது பெயர். வாண்டர் வால்ஸ் ஈர்ப்புப் பிளாஸ்டிக்குகளின் பல இயல்பு களுக்குக் காரணமாகின்றது.

மற்றொரு வகைத் துணைப் பிணைப்பும் பிளாஸ்டிக் இயலில் முக்கிய இடம் வகிக்கிறது. அதற்கு 'ஹைட்ரஜன் இணைப்பு' (hydrogen bonding) என்பது பெயர். ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு (அதன் இணைதிறன் ஒன்றாகையால்) ஒரு சமயத்தில் ஓர் அணு வுடன்தான் இணைந்திருக்க முடியும். ஆனால், ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு இரண்டு எதிர்மின்தன்மை மிகுந்த (electronegative) வேறு இரண்டு அணுக்களுக்கிடையே இருக்க நேர்ந்தால், அந்த ஹைட்ரஜன் அணு அந்த இரண்டு அணுக்களுடனும் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும். இவற்றில் ஒன்று சக பிணைப் பாகவும் மற்றொன்று 'ஹைட்ரஜன் பிணைப்'பாகவும் இருக்கும். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வலுக்குறைந்தது. எனினும், சில பொருள்கள் அறை வெப்பநிலையில் (room temperature) வாயுவாக இல்லாமல் நீர்மமாக இருப்பதற்கு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பே காரணமாகும். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு இல்லையேல் அறை வெப்பநிலையில் நீர்கூட (water) வாயுவாகத்தான் இருக்கும். நைலான், ஈபாக்சி போன்ற சில பிசின்கள் இப் பிணைப்பை உள்ளடக்கியுள்ளன.

நீரில் சுமார் 18 மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் இணைப்பாய் இணைந்துள்ளதே நீரின் கொதிநிலை உயர்ந்து காணப்படுவதற்குக் காரணமாகும்.



படம் 1. நீர் மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் இணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள விதம்

அயனிப் பிணைப்பு எலெக்ட்ரான் மாற்றத்தால் நிகழ்கிறது. எலெக்ட்ரானை இழந்த அணு நேர்மின் அயனியாகவும் எலெக்ட்ரானைப் பெற்றுக்கொண்ட அணு எதிர்மின் அயனியாகவும் மாறும். ஒன்றுக்கொன்று எதிர்மின்னேற்றங்களைக் கொண்ட இவ்விரண்டு அயனிகளும் ஒன்றையொன்று ஈர்ப்பதால் இப் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது.

இந் நூலைப் பொறுத்தவரை ஹைட்ரஜன் அயனிகளும் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளும் மட்டுமே முக்கியமானவை. நீரில் கரையும்போது ஹைட்ரஜன் அயனிகளை விடுவிக்கும் சேர்மங்கள் அமிலங்களாகும். ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளை விடுவிக்கும் சேர்மங்கள் காரங்கள். ஒரு கரைசலின் அமிலத் தன்மை அதிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் செறிவைப் (hydrogen ion concentration) பொறுத்தது. இதை pH என்ற அளவைக் கொண்டு கணிக்கின்றனர்.

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

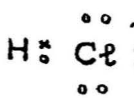
pH, ஒரு கரைசலில் 7-க்குக் குறைந்திருந்தால் அக் கரைசல் அமிலத்தன்மை வாய்ந்ததாகவும், 7-க்கு மேற்பட்டால் காரத் தன்மை கொண்டதாகவும் இருப்பதாகப் பொருள். இந்த pH எனும் அமிலத்தன்மையைக் குறிக்கும் எண் வேதியியல் தொழிற்சாலைகளில் சிறப்பான இடம் வகிக்கிறது. எந்த ஒரு வேதியியல் வினையும் கரைசலில் நிகழ்கையில் ஒரு pH-ல்தான் முழுமையாகவும் திசை மாறாமலும் நடக்கிறது. அஃதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட வினை நன்கு நடைபெற வேண்டுமெனில் கரைசலின் pHஐ மாறாமல் காக்க வேண்டும். காகிதத் தொழிற்சாலை,

சர்க்கரைத் தொழிற்சாலை, சாயத் தொழிற்சாலை ஆகியவற்றில் pH குறிப்பிட்ட அளவிலிருந்து சிறிது மாறினாலும் விளையும் பொருள்களின் தரம் கடுமையாகப் பாதிக்கப்படும். பிளாஸ்டிக் தொழிலும் இதற்கு விதிவிலக்கானதன்று.

சில வினைகளுக்கு (பிசின் தயாரிப்பில் நிகழும் சில வினைகளைப் போன்று) அமிலங்களும் காரங்களும் வினைவேக மாற்றிகளாகின்றன. வினையின் வேகத்தைக் கூடுதலாக்குகின்றன. இவற்றின் திறன் pHஐப் பொறுத்தது.

இருமுனையிகள் (Dipoles)

சேர்மங்களில் முழுதும் சகபிணைப்போ முழுதும் அயனிப் பிணைப்போ கொண்டவை ஒன்றுமே இல்லை எனலாம். ஒவ்வொரு சேர்மத்திலும் இவ்வளவு சதவிகிதம் சகபிணைப்பு என்றோ அயனிப்பிணைப்பு என்றோதான் கூற இயலும். எடுத்துக் காட்டாக, ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு எனும் வாயுவின் மூலக் கூறைக் கவனிப்போம். இது சகபிணைப்புக் கொண்டதாகக் கருதப்படுகிறது. (HCl வாயுவை நீரில் கரைத்தால் ஹைட்ரஜன் அயனிகளும் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளும் உண்டாகின்றன. நீரின் மூலக்கூறுகள் இவ்வயனிகளைச் சூழ்ந்துகொண்டு திரும்பச் சேரவொட்டாமல் தடுக்கின்றன.) இந்த வாயுவின் மூலக்கூறை

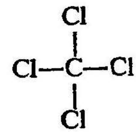


என்று குறிப்பிட வேண்டும்.

இது முழுமையான சகபிணைப்பாக இருக்குமாயின், ஹைட்ரஜனுக்கும் க்ளோரினுக்கும் இடையே உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டும் சமமாகப் பங்கிடப்படவேண்டும். ஆனால், க்ளோரின், ஹைட்ரஜனைவிட எலெக்ட்ரானைக் கவரும் தன்மை கூடுதலாகப் பெற்றது. ஆகையால், இவ்விரண்டு எலெக்ட்ரான்களும் க்ளோரினின் பக்கம் சாயும் போக்குக் கொண்டுள்ளன. இதனால், க்ளோரின் அணு சிறிது எதிர்மின்னேற்றத்தையும், எலெக்ட்ரானிடம் அவ்வளவாக நாட்டம் இல்லாத ஹைட்ரஜன் அணு நேர்மின்னேற்றத்தையும் பெறுகின்றன. இவ்வகை மூலக்கூறுகளுக்கு இருமுனையிகள் (dipoles) என்பது பெயர்.

$\overset{+\delta}{H}\ \overset{-\delta}{—Cl}$

முனைவுள்ள மூலக்கூறு



முனைவற்ற மூலக்கூறு.

இருவகை மின்னேற்றங்களின் மையங்களும் ஓரிடத்திலுள்ளன.

இருமுனையிகள், மின்சாரத்தை அரிதில் கடத்தும் அமைப்புகளில் (insulating systems) முக்கிய இடம் வகிக்கின்றன.

பால்மம் (Emulsion)

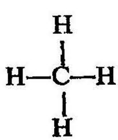
சோடியம் குளோரைடு நீரில் கரைகிறது. அதே உப்பைப் பென்சீனில் கலந்தால் கரையாது. ஆனால், வடிதாளைக்கொண்டு வடிகட்டி உப்பைப் பென்சீனிலிருந்து பிரித்துவிட முடியாது. அஃதாவது, பென்சீனிலுள்ள உப்பு உண்மையான கரைநிலையையும் எய்தாமல், வீழ்படிவாகவும் பிரியாமல் ஓர் இடைநிலையிலுள்ளது. இதற்குக் கரைசால் (sol) என்பது பெயர். கரைசாலில் ஒரு திடப்பொருளும் ஒரு நீர்மமும் அடங்கியுள்ளன. கூழ்நிலை (colloidal state) எனும் அமைப்பின் ஓர் எடுத்துக்காட்டே கரைசாலாகும். இரு நீர்மங்களைக் கொண்டு கூழ்நிலையை உருவாக்கலாம். அவ்வகைக் கூழ்கள் பால்மங்கள் (emulsions) எனப்படுகின்றன. ஒரு நீர்மம் சிறுசிறு குமிழிகளாக மற்றொரு நீர்மத்தில் சீராகக் கலந்திருப்பின் அக் கலவையைப் பால்மம் எனலாம். பால்மத்திற்குச் சிறந்த எளிய எடுத்துக்காட்டுப் பாலாகும். கொழுப்பு (எண்ணெய்) நீருடன் கலந்த பால்மமே பாலாகும். நீர் சிறு குமிழிகளாகக் கொழுப்புப் பொருளில் சிதறியிருப்பின் அது மற்றொரு வகைப் பால்மமாகும். பொதுவாகப் 'பால்மமாவது தானாகவே கலக்காத இருவேறு, அதிக அளவில் எடுக்கப்பட்ட நீர்மங்களைக் கூழ்நிலையாக்குவது.'

பால்மங்களில் பெரும்பாலானவை நிலையற்றவை. நீரையும் எண்ணெயையும் நன்கு குலுக்கினால் ஒரு பால்மம் கிடைக்கிறது. ஆனால், சிறிது நேரத்தில் இரு நீர்மங்களும் பிரிந்து இருவேறு அடுக்குகளாகப் பிரிந்துவிடுகின்றன. இந்தப் பிரிதலைத் தடுக்க பால்மம் ஆக்கிகள் எனப்படும் சோப்புவகைப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பால்மங்கள் பிளாஸ்டிக், ரப்பர் தயாரிப்புகளில் முக்கிய இடம் வகிக்கின்றன.

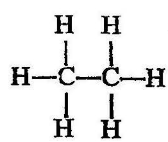
கரிம வேதியியல் (Organic Chemistry)

கார்பனை அடிப்படையாகக்கொண்ட வேதியியல் பிரிவைக் குறிக்கும் சொற்றொடர் இது. அங்கக மூலக்கூறுகளில் யாவற்றிலும் கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் நிச்சயம் இடம் பெற்றிருக்கும். (கார்பன் டெட்ராக்ளோரைடு போன்ற இரண்டொருபொருள்கள் விதிவிலக்கு.) இவை தவிர ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், உப்பீனிகள் (halogens), கந்தகம், பாஸ்வரம் ஆகியவை அடுத்து இடம் பெறுபவை. இரும்பு, மக்னீசியம், பாதரசம், துத்தநாகம் போன்று சில உலோகங்களும் (அங்கக) கரிம வேதியியலுடன் இணைந்துள்ளன.

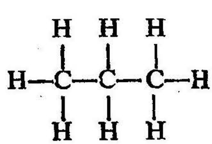
கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் மட்டுமே இடம் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகளுக்கு ஹைட்ரோகார்பன்கள் (hydrocarbons) என்பது பெயர். ஒற்றைப் பிணைப்புகளை மட்டுமே கொண்ட ஹைட்ரோ கார்பன் பாரஃபின்கள் (paraffins) என வழங்கப்படுகின்றன. இக் குடும்பத்தின் தந்தை மீதேன் (methane) ஆகும். மற்ற உறுப்பினர்களின் வாய்பாடுகள் இம் மூலக்கூறுடன் $—CH_2—$ என்ற அமைப்புக்கொண்ட மெதிலீன் (methylene) என்ற தொகுதியைக் கூட்டிக்கொண்டே போவதால் கிடைக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, மீதேன் (CH_4) மூலக்கூறுடன் ஒரு ($—CH_2—$) தொகுதியைச் சேர்த்தால் ஈதேன் (C_2H_6) கிடைக்கும். இதனுடன் ஒரு ($—CH_2—$) தொகுதி கூட்டி ப்ரொபேன் (C_3H_8) எனும் பாரஃபினைப் பெறலாம். இப்படி $—CH_2—$ தொகுதிகளைக் கூட்டிக்கொண்டே போனால் மிகப் பெரிய மூலக் கூறுகளை அடையலாம்.



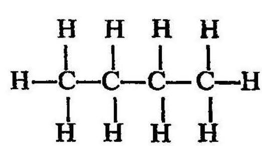
மீதேன்



ஈதேன்



ப்ரொபேன்



ப்யூட்டேனில் ஒருவகை

($—CH_2$ தொகுதியைக் கூட்டிக்கொண்டே போய் மற்றப் பாரஃபின்களின் வாய்பாடுகளையும் பெறலாம்.)

$$H_2C=CH-CH=CH_2$$

ப்யூட்டாடையீன்

இம் மூலக்கூறில் இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகள் உள்ளன என்பதைக் கவனிக்கவும்.

கார்பன் - கார்பன் இரட்டைப் பிணைப்புகளைக்கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஓலிஃபைன்கள் (olefines) எனப்படுகின்றன. இவற்றின் முதல் உறுப்பினர் எதிலீன் ஆகும். பாரஃபினைப் போன்றே இங்கும் $-CH_2-$ தொகுதிகளை ஒவ்வொன்ருகச் சேர்த்து மற்ற ஓலிஃபைன்களின் வாய்பாடுகளைப் பெறலாம். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இரட்டைப் பிணைப்புகளும் இடம் பெறலாம்.

ஹைட்ரோகார்பன்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களை ஒவ்வொன்ருக உப்பீனிகளைக்கொண்டோ மற்றத் தொகுதிகளைக் கொண்டோ பதிலீடு (substitution) செய்யலாம். சில ஹைட்ரோகார்பன்களில் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்யப்படுவதால் விளையும் எஞ்சிய தொகுதிகளின் பெயர்களும் வாய்பாடுகளும் அட்டவணை 1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன (பக். 16, 17).

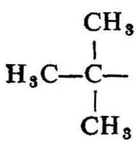
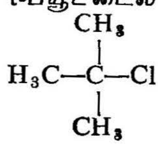
ஹைட்ரோகார்பன் மூலக்கூறுகள் கிளைச்சங்கிலிகள் (branched chains) கொண்டனவாகவும் இருக்கலாம். ஒரே மூலக்கூறு வாய்பாடு வாய்க்கப் பெற்ற இரு மூலக்கூறுகள் வடிவ வாய்பாடில் வேறுபட்டால் அதற்கு மாற்றியம் (isomerism) என்பது பெயர். இவ்விரு மூலக் கூறுகளில் ஒன்று நேர்ச்சங்கிலி அமைப்புடனும், மற்ருென்று கிளைச் சங்கிலிகளைக் கொண்டதாகவும் இருக்கலாம். பலவகையான மாற்றியங்கள் உண்டு. அங்கக மூலக் கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் ஒரு கணிசமான பகுதி மாற்றியத்தினுல் உருப்பெற்றவை.

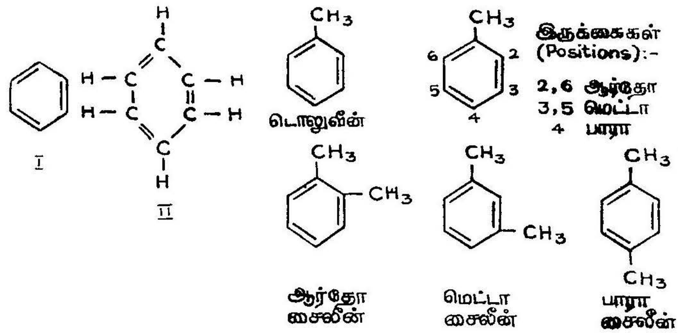
ஹைட்ரோகார்பன்கள் யாவும் சங்கிலிகளல்ல. வளைய உருவம் (ring structure) கொண்டவையும் நிரம்ப உள்ளன. அறுகோண (hexagonal) வளையத்தில் ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒவ்வொரு மீதைன் (methine) தொகுதியைப் ($\backslash C-H / $) பொருத்திஞல் பென்சீன் (benzene) என்ற ஹைட்ரோகார்பன் கிடைக்கிறது. இம் மூலக்கூறில் ஒற்றைப் பிணைப்புகளும் இரட்டைப் பிணைப்புகளும் மாறி மாறி இடம் பெற்றுள்ளன இவ்வகைத் தொகுதிக்கு அரோமாடிக் தொகுதி (aromatic group) என்பது பெயர்.

அட்டவணை—1 ஹைட்ரோ கார்பன்

வரிசை எண்	ஹைட்ரோகார்பனின் பெயர்	ஹைட்ரோ கார்பனின் வாய்பாடு	ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவை நீக்குவதால் விளையும் தொகுதி
1.	மீதேன்	CH_4	மீத்தைல்
2.	ஈத்தேன்	C_2H_6	ஈத்தைல்
3.	ப்ரொப்பேன்	C_3H_8	(a) n-ப்ரொப்பைல் (b) ஐசோப்ரொப்பைல்
4.	n-ப்யூட்டேன்	$CH_3 \cdot CH_2 \cdot$ $CH_2 \cdot CH_3$ (C_4H_{10})	(a) n-ப்யூட்டைல் (b) ஐசோப்யூட்டைல்
5.	ஐசோ ப்யூட்டேன்	$H_3C{\cdot}CH<^{CH_3}_{CH_3}$ (C_4H_{10})	மும்விணை ப்யூட்டைல் (tertiary butyl)
6.	ஆல்கேன் (பாராஃபின் களின் பொதுப் பெயர்)	C_nH_{2n+2}	ஆல்கைல்
7.	எதிலீன்	C_2H_4	வினைல் அல்லது வைனைல்
8.	ப்ரொபிலீன்	C_3H_6	அல்லைல்
9.	பென்சீன்	C_6H_6	ஃபீனைல்
10.	அரேன் (Arare) (அரோமாடிக் ஹைட்ரோ-கார்பன்களின் பொதுப்பெயர்)	பொது வாய்பாடு இல்லை	அரைல்

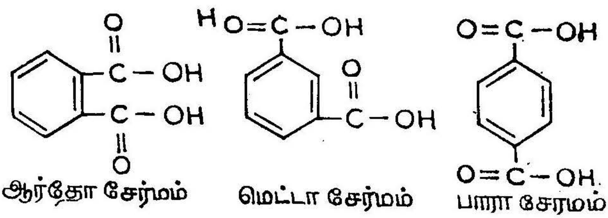
வகைகளும் தொகுதிகளும்

தொகுதியின் வாய்பாடு	தொகுதி இடம்பெறும் ஒரு மூலக்கூறு
$-CH_3$	மீத்தைல் க்ளோரைடு $CH_3 \cdot Cl$
$-CH_2-CH_3$	ஈத்தைல் க்ளோரைடு $CH_3 \cdot CH_2 \cdot Cl$
$-CH_2-CH_2-CH_3$ $-CH<^{CH_3}_{CH_3}$	n ப்ரொபைல் க்ளோரைடு $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Cl$ ஐசோ ப்ரொபைல் க்ளோரைடு $H_3C \cdot CHCl \cdot CH_3$
$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ $-CH<^{CH_2-CH_3}_{CH_3}$	n-ப்யூட்டைல்க்ளோரைடு $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Cl$ ஐசோ ப்யூடைல் க்ளோரைடு
	t-ப்யூட்டைல் க்ளோரைடு 
$-C_nH_{2n}+1$	ஆல்கைல் க்ளோரைடு
$-HC=CH_2$	வைனைல் க்ளோரைடு $ClCH=CH_2$
$-CH_2-CH=CH_2$	அல்லைல் க்ளோரைடு $ClCH_2-CH=CH_2$
$-C_6H_5$	க்ளோரோபென்சீன் C_6H_5Cl
—	அரைல் க்ளோரைடு



Iஆம் IIஆம் பென்சீன் மூலக்கூறின் வடிவ வாய்பாடுகள். எழுதுவதற்கு எளிதாக இருப்பதால் Iஆம் வாய்பாடே வழக்கமாகக் கையாளப்படுகிறது. பென்சீன் வளையம் ஒழுங்கான அறுகோண வடிவம் கொண்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

பென்சீன் மூலக்கூறுடன் ஒரு மெதிலீன் தொகுதியைச் சேர்த்தால் டொலுவீன் (Toluene) மூலக்கூறு கிடைக்கும். பென்சீனில் ஆறு மூலைகளும் ஒரே மாதிரியானவை. ஆனால், டொலுவீனில் மீத்தைல் தொகுதிக்கு அடுத்த இரு மூலைகளும் (ஆர்தோ மூலைகள்) ஒருவகையானவை; நேர் எதிரில் உள்ள மூலை (பாரா) மற்றொருவகை; மற்ற இரு மூலைகள் (மெட்டா) மூன்றாவதுவகை. ஆகையால், இந்த இடங்களில் ஏதாவது ஒரு தொகுதியைப் புகுத்தினால் அது புகும் இடத்திற்குத் தக்க வாறு தன்மைகள் மாறுபடுகின்றன. ஆர்தோ இருக்கைகளில்



டை கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்

ஒரு தொகுதியைக் கொண்ட ஒரு சேர்மம் அதே தொகுதியைப் பாரா அல்லது மெட்டா இருக்கைகளில் கொண்ட ஒரு சேர்மத்தி னின்றும் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றது என்பதைப் 'பல் எஸ்டர்கள்' எனும் அத்தியாயத்தில் தெளிவாகக் காண்போம்.

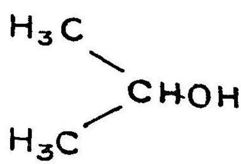
அங்ககச் சேர்மங்களின் வினைத்திறன் அவற்றிலுள்ள தொகுதிகளைப் பொறுத்தது. சில தொகுதிகளும் அவை இடம் பெறும் ஓரிரு மூலக்கூறுகளும் இங்குத் தரப்பட்டுள்ளன.

ஆக்சிஜன் இடம் பெறும் தொகுதிகள்

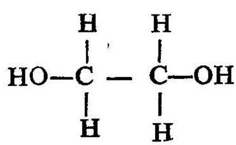
1. ஆல்கஹால் தொகுதி (—OH)

ஓர் ஆல்கஹால் தொகுதிகொண்ட மூலக்கூறுகள் மீத்தைல் ஆல்கஹாலும், ஈத்தைல் ஆல்கஹாலும் அவற்றின் படி வரிசைகளும்.

$H_3C—OH$	$H_3C—CH_2—OH$	$H_3C—CH_2—CH_2—OH$
மீத்தைல் ஆல்கஹால்	ஈத்தைல் ஆல்கஹால்	ப்ரொபைல் ஆல்கஹால்



ஐசோப்ரொப்பைல் ஆல்கஹால்



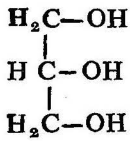
எதிலீன் க்ளைகால்

மீதேன் மூலக்கூறில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவை நீக்கி —OH தொகுதியைக் கொண்டு பதிலீடு செய்தால் மீத்தைல் ஆல்கஹால் மூலக்கூறு கிடைக்கும். அதே போன்று ஈதேன் மூலக்கூறில் பதிலீடு செய்தால் ஈத்தைல் ஆல்கஹால் மூலக்கூறு கிடைக்கும். இந்த இரண்டு ஆல்கஹால்களும் பிசின் தயாரிப்பில் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றன.

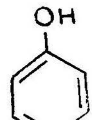
இரண்டு ஆல்கஹால் தொகுதிகளைக் கொண்ட மூலக்கூறுகள் க்ளைகால்கள் (Glycols) எனப்படுபவை. எதிலீன் க்ளைகால் சிறந்த எளிய எடுத்துக்காட்டு. மூன்று ஆல்கஹால் தொகுதியைக் கொண்டவை க்ளிசரால்கள்.

2. ஃபீனல் (Phenolic group)

OH தொகுதி பென்சீன் வளையத்தில் இணைக்கப்பட்டால் அம் மூலக்கூறு ஃபீனல் எனப்படும். இரண்டோ அதற்கு மேற்பட்ட —OH தொகுதிகளோ வளையத்தின் வெவ்வேறு மூலைகளில் இணைக்கப்பட்டுப் பல்வேறு ஃபீனல்களை அளிக்கின்றன. ஃபீனல்கள் வீரியமற்ற அமிலங்கள்.



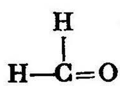
கிளிசரால் (கிளிசரின்)



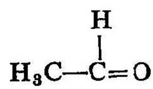
ஃபீனல்

3. ஆல்டிஹைடுகளும், கீடோன்களும்

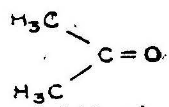
C=O தொகுதிக்குக் கார்பனைல் தொகுதி என்பது பெயர். அஃது ஒரு ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்திருந்தால் ஆல்டிஹைடு தொகுதி என்றும், ஆல்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளுக்கிடையே இருந்தால் கீடோன் தொகுதி என்றும், —OH தொகுதியுடன் இருந்தால் அமிலம் என்றும் பெயர்.



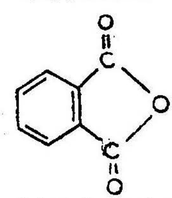
ஃபார்மால்டிஹைடு



அசிட்டால்டிஹைடு

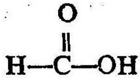


அசிட்டோன்

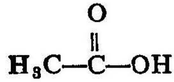


தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு

(இரு அமில மூலக்கூறுகளிடையே ஒரு நீர் மூலக்கூறை வெளியேற்றுவதால் கிடைப்பது.)



ஃபார்மிக் அமிலம்



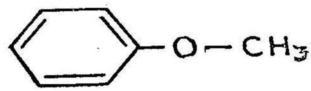
அசிட்டிக் அமிலம்

4. ஈதர் தொகுதி

இரு ஆல்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளுக்கிடையே ஆக்சிஜன் இடம் பெற்றால் அதற்கு ஈதர் தொகுதி எனப் பெயர்.

$H_3C-O-CH_3$

டை மீத்தைல் ஈதர்



ஃபீனைல் மீத்தைல் ஈதர்
(அனிசோல்)

5. எஸ்டர்

ஓர் அமிலமும் ஆல்கஹாலும் இணைவதால் கிடைக்கும் தொகுதி எஸ்டர் ஆகும். தாவர எண்ணெய்கள் அனைத்தும் க்ளிசராலும் ஒரு பெரிய அமில மூலக்கூறும் இணைந்து உருவான எஸ்டர்களே. (யூகலிப்டஸ் எண்ணெய் போன்ற எஸன்ஸ் எண்ணெய்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை அல்ல.) டெரிலீன் ஓர் எஸ்டர்.

$$H_3C-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-C_2H_5$$

ஈத்தைல் அசிட்டேட்

எஸ்டர்கள் பெரும்பாலும் நறுமணம் கொண்டவை.

6. கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள்

மாவுப் பொருள்களான இவற்றில் ஆல்கஹால் தொகுதிகள் நிறைய உள்ளன. இவைதவிர, ஆல்டிஹைடு, கீடோன், ஈதர் தொகுதிகளும் இருக்கக் கூடும்.

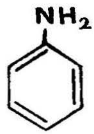
நைட்ரஜன் உள்ள தொகுதிகள்

1. அமின் தொகுதிகள் (Amino groups)

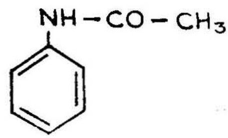
அம்மோனியாவின் வாய்பாடு NH_3 ஆகும். இதிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களை ஒவ்வொன்றாக ஆல்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளால் பதிலீடு செய்தால் $-NH_2$, $>NH$, $\rightarrow N$ என்ற தொகுதிகள் கிடைக்கும். இம் மூன்றும் அமின்கள். அமின்கள் அங்ககக் காரங்கள். இவை அங்கக அமிலங்களுடன்

வினைப்பட்டு அமைடுகள் (amides) எனும் புரதத்தின் அடிப்படைக் கற்களை ஈன்றெடுக்கின்றன. யூரியாவும், நைலானும் அமைடுகள்·

$H_3C—NH_2$	$H_3C—NH—CH_3$	$H_3C—N(CH_3)—CH_3$
மீத்தைல் அமின்	டை மீத்தைல் அமின்	ட்ரை மீத்தைல் அமின்



அனிலீன்
(ஓர் அரோமடிக் அமின்)



(ஓர் அமைடு)
அசிட்டனிலைடு

2. ஐசோ சயனேட்டுகள் (Iso Cyanates)

$—C{\equiv}N$ எனும் சயனைடு தொகுதியுடன் ஆக்சிஜன் இணைந்தால் சயனேட் $—C—N{=}O$ என ஆகும். இதில் கார்பனின் இணைத்திறன் சரியாக அமையவில்லையாதலால், $—N{=}\ddot{C}:$ எனும் ஐசோ சயனைடுடன் ஆக்சிஜனை இணைக்கலாம். $—N{=}C{=}O$ என்றாகும் இந்த ஐசோ சயனேட் தொகுதி பல்யூரித்தேன் எனும் பிசின் தயாரிப்பதற்கு மூலப் பொருளாகிறது.

3. பெரும் பலபடிகள்

(HIGH POLYMERS)

ஒரு பொருளின் மூலக்கூறு ஹைட்ரஜன் அணுவைப் போல் எவ்வளவு மடங்கு கனமானது என்பதுதான் அப் பொருளின் மூலக்கூறு எடை எனப்படும். நீர், மணல், எரிகாரம் போன்ற எண்ணற்ற பொருள்களுக்கெல்லாம் மூலக்கூறு எடை குறைவு. மூலக்கூறு எடை ஆயிரம் முதல் இலட்சம் அல்லது பத்து இலட்சம் வரையுள்ள பொருள்கள் பெரும் பலபடிகள் எனப் படுபவை. சிறிய மூலக்கூறுகளின் சராசரி நீளம் 10°A வரை இருக்கும் (1°A என்பது 10^{-8} செ. மீ.). 10,000°A நீளமுள்ள மாபெரும் மூலக்கூறுகள் இருக்கக் கூடுமென 1920ஆம் ஆண்டி லேயே ஸ்டாடிங்கர் (Staudinger) என்பார் அறிந்து சொன்னார்.

சில பிசின்களின் சராசரி மூலக்கூறு எடைகள்

பல்வைனைல் க்ளோரைடு	31,200
பல் எதிலீன்	20,000—35,000
பல் ஸ்டைரீன்	6,24,000.

பிசின்கள் அனைத்தும் மூலக்கூறு எடை அதிகம் கொண்டவை. அவற்றிற்குப் பெரும் பலபடிகள் (High Ploymers) என்பது பெயர். அவை 'பலபடியாக்கல்' (Polymerisation) எனும் வினையால் விளைபவை. பலபடிகளுக்கு இயற்கைப் பொருள்களி லிருந்தே மேற்கோள் காட்டலாம். ரப்பர் ஒரு பலபடி, ஸ்டார்ச், பருத்தி, மரம், அரக்கு, புரதம் முதலியவை பலபடிகளே.

பலபடி மூலக்கூறில் ஒரே விதமான எளிய உள் ளமைப்புகள் திரும்பத் திரும்ப இடம் பெறுகின்றன. மீண்டும் மீண்டும் இடம்பெறும் இத்தகைய அமைப்பிற்கு ஒரு படிக்கூறு

(Monomeric unit) என்பது பெயர். சிறிய மூலக்கூறு எடை கொண்ட ஒரு பொருளின் மூலக்கூறுகள் மிகுந்த எண்ணிக்கையில் ஒன்றோடொன்று இணைந்து பெரிய மூலக்கூறு ஒன்றினை அளிக்கும் வினையை 'பலபடியாக்கல்' என்பர். வினைப்படும் சிறிய மூலக்கூறு ஒருபடி (Monomer) எனப்படும். வினைவாகும் பெரிய மூலக்கூறு பலபடியாகும். ஒருபடிகள் வலிவற்றவை. பலபடிகள் வலிவுள்ளவை.

$$nA \rightarrow \underbrace{A—A—A—A..............A—A—A}_{n} \text{ அல்லது } A_n$$

'n' எண்ணிக்கையில் A என்ற பொருளின் மூலக்கூறுகள் இணைந்து $(A)_n$ எனும் பலபடியை அளிக்கின்றன.

பலபடியாக்கலில் இருவகை உண்டு

(1) கூட்டுப் பலபடியாக்கல் (addition polymerisation)

(2) சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கல் (condensation polymerisation)

பலபடியாக்கலுக்கு எடுத்துக்காட்டாக விவரிக்கப்பட்டிருக்கும் வினைகள் அனைத்தும் அங்கக (கரிம) மூலக்கூறுகளைக் கொண்டவையாகவே இருக்கும். கனிம பலபடிகள் (purely inorganic polymers) மிகவும் அரியவை.

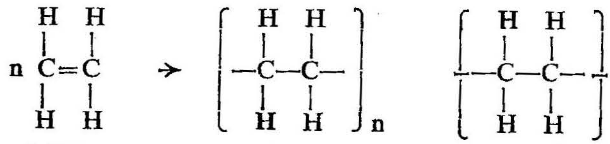
கூட்டுப் பலபடியாக்கல்

சிறிய ஒருபடி மூலக்கூறுகள் மிகுந்த எண்ணிக்கையில் கூட்டுவினை நிகழ்த்தி கூட்டுப் பலபடியைக் கொடுக்கின்றன. இப் பலபடியின் மூலக்கூறு எடை இதை உருவாக்க உதவிய மூலப் பொருளான ஒருபடியின் மூலக்கூறு எடையின் முழு எண் மடங்காகும் (integral multiple). தெளிவாகச் சொன்னால், வினைப்பட்ட ஒருபடி மூலக்கூறுகளின் மொத்த எடையும் வினைவான பலபடி மூலக்கூறின் எடையும் சமமாக இருக்கும்.

கூட்டுப் பலபடியாக்கல் நிகழ ஒருபடி மூலக்கூறில் கார்பன் - கார்பன் இரட்டைப் பிணைப்பு ஒன்றுவது இருத்தல்வேண்டும். ஒற்றைப்பிணைப்புடைய மூலக்கூறுகள் இவ்வகையில் உதவா. காரணங்கள் 'ஒருபடி மூலக்கூறின் இலக்கணங்கள்' என்ற தலைப்பில் இவ்வத்தியாயத்தின் பின் பகுதியில் கொடுக்கப்பட்

டுள்ளன. இவ்விரட்டைப் பிணைப்பின் ஒரு புறமேனும் —CH_2 அல்லது —CF_2 தொகுதி இடம் பெற்றிருக்கும்.

இவ்வகைப் பலபடியாக்கலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக நாம் நாள்தோறும் கையாளும் பிளாஸ்டிக்கான பாலிதீன் எதிலீனி லிருந்து உருவாகும் வினையைக் கூறலாம்.



ஒருபடி பலபடி ஒரு படிக்கூறு

ஒருபடி மூலக்கூறிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்பு மறைந்து பலபடி மூலக்கூறில் ஒற்றைப் பிணைப்புகள் மட்டுமே இடம் பெற்றிருப்பதைக் கவனிக்கவும். இவ்வகைப் பலபடியாக்கலில் பலபடி மூலக்கூறு தவிர வேறெந்த உடன்வினைப் பொருள்களும் விளையா.

எதிலீன் மூலக்கூறில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதிலாகக் க்ளோரின் அணுவைப் புகுத்தினால் விளைவாகும் மூலக்கூறு வைனல் க்ளோரைடு ஆகும். இம் மூலக்கூறிலும் இரட்டைப் பிணைப்பு உள்ளதால் இதையும் பலபடியாக்கலாம். இப் பலபடி (P. V. C. எனப்படும்) பாலிதீனிலிருந்து தன்மைகளில் மாறுபட்டது. இவ்வாறு எதிலீன் மூலக்கூறில் இரட்டைப் பிணைப்பை மட்டும் இறுத்திக்கொண்டு சிறு மாறுதல்களைச் செய்வதால் பல புதிய பலபடிகளை உருவாக்கலாம்.

ப்யூட்டாடையீன் (Butadiene) எனும் மூலக்கூறில் இரு இரட்டைப் பிணைப்புகள் உள்ளன. ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பே போதுமானதால் இரண்டாவது இரட்டைப் பிணைப்பு இடம் மாறிப் பலபடியில் அமைந்துள்ளது.

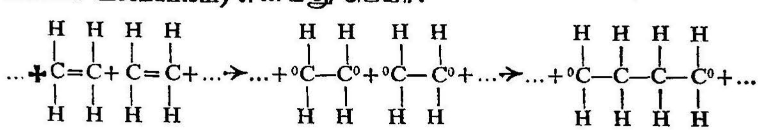
$$nH_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2 \rightarrow \left[H_2C{-}CH{=}CH{-}CH_2\right]_n$$

ப்யூட்டாடயீன் பல் ப்யூட்டாடையீன்

இந்த வினை செயற்கை ரப்பர் தயாரிப்பில் பயனாகிறது. பலபடி மூலக்கூறிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்பு வேறொரு விதத்தில் பயன்படுகிறது. கூட்டுப் பலபடிகளில் முக்கிய மானவை அட்டவணை 2-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

ஒருபடி மூலக்கூறுகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அடுக்கி வைப்பதால் மட்டும் பலபடி கிடைக்காது இவ்வினைக்கு ஆற்றல் தேவை. வெப்பம், ஒளி, அழுத்தம், வினைவேக மாற்றி ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றாவது தேவைப்படுகிறது. பலபடியாவதற்கு முன் ஒருபடி மூலக்கூறுகளிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளை உடைக்க வேண்டும். இதற்குத் தேவையான ஆற்றல் 6.02×10^{23} பிணைப்புகளை உடைக்க 146,000 கலோரிகள் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வோர் இரட்டைப் பிணைப்பும் மறையும்போது இரண்டு ஒற்றைப் பிணைப்புகள் உருவாகின்றன. இது நிகழ்கையில் $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ஒற்றைப் பிணைப்புகளுக்கு 166,000 கலோரிகள் என்ற வீதத்தில் ஆற்றல் வெளியாகிறது. இஃது இரட்டைப் பிணைப்புகளை அகற்றத் தேவைப்படும் ஆற்றலைவிட 20,000 கலோரிகள் கூடுதலானது. சுருங்கக் கூறின், பலபடியாக்கல் நிகழ்த்தத் தேவைப்படும் ஆற்றலைவிட கூடுதலாகவே அது நிகழ்கையில் வெளியாகிறது. இந்த ஆற்றல் கணக்கில் உள்ள இலாபம்தான் பலபடியாக்கல் நடப்பதற்குத் தூண்டுகோல்.

மற்றோர் அம்சம் கவனத்திற்குரியது. கூட்டுவினைப் பலபடியாக்கல் நிகழ்கையில் வினை நிகழும் கலனிலுள்ள ஒருபடி மூலக்கூறுகள் யாவுமே இணைந்து மிக நீளமான ஒரே சங்கிலியாலான பிசினை அளிக்க இயலுமா? ஏட்டளவில் இயலும். ஆனால், நடைமுறையில் இது நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில், ஒரு சங்கிலி பெரிதாக வளருவதற்கு அதன் இரு முனைகளுக்கும் அருகில் ஒருபடி மூலக்கூறுகளோ மற்ற சங்கிலிகளோ கிடைப்பது அரிதாகிவிடுகிறது. அந்த இரு முனைகளும் வினைத்திறன் மிகுந்ததாக உள்ளதால் அவை —OH,—Cl போன்ற (கரைப்பான்களிலும் வினைவேக மாற்றிகளிலும் கிடைக்கும்) தொகுதிகளுடன் வினைப்பட்டுப் பலபடியை முடிவுக்கு கொண்டு வந்து விடுகின்றன. இத் தொகுதிகள் கிடைக்காவிடினும் சங்கிலிகள் வினை நடக்கும் கலனில் (reaction vessel) சுவரில் இடித்துத் பலபடியை முடிவாக்கிவிடக் கூடும். இச் செயல் நடக்கும் வழிமுறைக்குத் தனித்தியங்கு உறுப்பு இயக்கம் (free-radical mechanism) என்பது பெயர்.

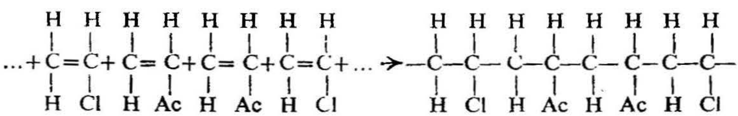


தனித்தியங்கு உறுப்புகள் (நிலையற்றவை) — புதிய தனித்தியங்கு உறுப்பு

மேற்கண்ட வினையில் விளையும் தனித்தியங்கு உறுப்பு அண்டை மூலக்கூறுகளுடன் வினைப்பட்டு மேலும் பெரியதொரு தனித்தியங்கு உறுப்பைக் கொடுக்கும்.

இணைப் பலபடியாக்கல் (Copolymerisation)

பாலிதீன் மூலக்கூறில் இருப்பவை ஒரேவகை ஒருபடிக் கூறுகளே. இவ்வகைப் பலபடிக்கு ஓரினப் பலபடி (homopolymer) என்பது பெயர். எல்லாப் பலபடிகளும் இவ்வாறு ஒரேவகை ஒருபடிக் கூறுகளைக்கொண்டு அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. இருவகை ஒருபடிகளை ஒரே கலவையில் வினைப்படுத்தினால் கிடைக்கும் பலபடி மூலக்கூறுகளில் இருவகை ஒருபடிகளும் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. இப் பலபடிக்கு இணைப் பலபடி (Copolymer) என்றும், இவ்வினைக்கு இணைப் பலபடியாக்கல் என்றும் பெயர். வைனைல் க்ளோரைடையும், வைனைல் அசிட்டேட்டையும் கலந்து பலபடியாக்கினால் உருவான பலபடி மூலக்கூறில் க்ளோரின், அசிடேட் தொகுதி இரண்டும் இடம் பெற்றிருக்கின்றன.



Ac என்பது அசிட்டேட் தொகுதி (சுருக்கமாகக் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது) அசிட்டேட் தொகுதிகளும் க்ளோரினும் சீராக அமைந்துள்ள பலபடிச் சங்கிலிகளை உருவாக்குவது சாத்தியமில்லை எனலாம்.

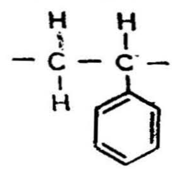
இணைப் பலபடியான பிசினின் தன்மை அதன் மூலக்கூறில் அமைந்துள்ள இருவகை ஒருபடிக் கூறுகளின் விகிதத்தைப் பொறுத்தது. இவ்விகிதத்தைத் தக்கவாறு மாற்றி அமைத்துத் தேவையான தன்மைகள் கொண்ட பிசினைத் தயாரிக்கலாம்.

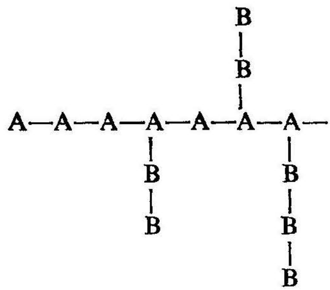
இணைப் பலபடியாக்கலில் நேர்ச் சங்கிலிகள்தான் உருவாக வேண்டுமென்பதில்லை. மாறுபட்ட ஒருபடிக் கூறுகளைக்கொண்ட ஒரு கிளைச் சங்கிலியை நேர்ச் சங்கிலியுடன் ஒட்டவைக்க (graft) இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, ABS எனும் பிசின் தயாரிப்பில் பல் ப்யூட்டாடையீன் எனும் ரப்பரின் பாலுடன் அக்ரைலிக் நைட்ரைலையும், ஸ்டைரீனையும் கலந்து இணைப் பலபடியாக்கினால் இவ்விணைப் பலபடி நேர்ச் சங்கிலியாகவும், ரப்பர் தொகுதி கிளைச் சங்கிலியாகவும் உருப் பெறுகின்றன.

அட்டவணை-2

வரிசை எண்	ஒருபடி (Monomer)	ஒருபடியின் வடிவ வாய்பாடு (Formula of the monomer)
1.	எதிலீன்	$H_2C=CH_2$
2	ப்ரொபிலீன்	$H_2C=CH-CH_3$
3.	ஸ்டைரீன் (வைனல் பென்சீன்)	$H_2C=CH-C_6H_5$
4.	வைனல் க்ளோரைடு	$H_2C=CHCl$
5.	வைனல் அசிட்டேட்	$H_2C=CH\cdot OOC\cdot CH_3$
6.	வைனல் ஆல்கஹால்	$H_2C=CH\cdot OH$
7.	டெட்ரா ஃப்ளுரோ எதிலீன்	$F_2C=CF_2$
8.	மீத்தைல் மெதக்ரிலேட்	$H_2C=C(CH_3)-COO\ CH_3$

கூட்டுப் பலபடியாக்கல்

பலபடி	பலபடியில் அமைந்த ஒருபடிக்கூறுகளின் வாய்பாடு	பலபடியின் பழக்கப்பட்ட பெயர்கள்
பல் எதிலீன்	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-$	ஹாஸ்டலான் பாலிதீன்
பல் ப்ரொபிலீன்	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{CH_3}{\underset{H}{C}}-$	ப்ரோபதீன்
பல் ஸ்டைரீன்		ஸ்டைரான்
பல்வினைல் க்ளோரைடு	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{Cl}{C}}-$	பி. வி. சி. (P. V. C.)
பல்வினைல் அசிடேட்	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OOC-CH_3}{C}}-$	பி. வி. ஏசி. (P. V. Ac.)
பல்வினைல் ஆல்கஹால்	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-$	பி. வி. ஏஎல். (P. V. Al)
பல் டெட்ரா ஃப்ளூரோ எதிலீன்	$-\overset{F}{\underset{F}{C}}-\overset{F}{\underset{F}{C}}-$	டெஃப்ளான் ஃப்ளுவான் PTFE
பல் மீத்தைல் மெதக்ரிலேட்	$-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{CH_3}{\underset{COOC\ _3}{C}}-$	பெர்ஸ்பெக்ஸ் லூசைட் பளெக்சி-க்ளாஸ்



சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கல் (Condensiation polymerisation)

கூட்டுப் பலபடியாக்கலுக்கு ஊக்கமளிப்பவை ஒருபடி மூலக்கூறிலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகளே எனக் கண்டோம். இரட்டைப் பிணைப்புகளற்ற மூலக்கூறுகளும் பலபடியாகலாம். ஆனால், இதற்கு ஒரு நிபந்தனை உண்டு. அம் மூலக்கூறில் வினைத்திறன் கொண்ட தொகுதிகள் இரண்டோ அதற்கு மேற்பட்டோ இருத்தல் வேண்டும். அடுத்தடுத்த மூலக்கூறுகளிடையே சுருக்குவினை நிகழ்ந்து, நீர், அம்மோனியா, ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு போன்ற மூலக்கூறுகளை விடுவித்துச் சங்கிலிகளை உண்டாக்குகின்றன. சிறிய மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று சுருக்குவினை புரிந்து ஒரு பெரிய மூலக்கூறையும், மேற்கூறிய மிகச் சிறிய மூலக்கூறுகளுமான நீர், NH_3, HCl ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றை விளைவிக்கும் வினைக்குச் சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கல் என்பது பெயர்.

நீர், NH_3, HCl போன்றவை எவ்வாறு விளைவாகின்றன வெனில், இம் மூலக்கூறுகளின் ஒரு பகுதி (ஒருபடிகளில்) ஒரு வகையினின்றும் மற்றொரு பகுதி மற்றொரு வகையினின்றும் கிடைக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நீரின் மூலக்கூறை H—OH என எழுதலாம். இதில் ஹைட்ரஜன் அணு ஒருவகை ஒருபடியினின்றும், OH தொகுதி மற்றொருவகை ஒருபடியினின்றும் பிரிக்கப்படுகின்றன. எஞ்சிய பகுதிகள் இணைந்து பலபடியாகின்றன. இஃதிலிருந்து தெரியவருவது: சுருக்குவினைப் பலபடிகள் யாவும் இணைப் பலபடிகளே(அட்டவணை -3.).

இச் சிறிய மூலக்கூறுகளின் வெளியேற்றத்தினால் இது கூட்டுவினைப் பலபடியிலிருந்து மாறுபடுகிறது. பலபடியின் எடையும் அதனை உருவாக்கச் செலவழிந்த ஒருபடியின் மொத்த எடையும் சமமாகாது. மாறாக,

பலபடியின் எடை=செலவான ஒருபடியின் எடை — **விளைவான** நீரின் எடை.

இவ்வாறு வெளியிடப்படும் நீர் மூலக்கூறுகளை உடனுக்குடன் அகற்றுவிட்டால் எதிர்வினை நிகழ்ந்து உருப்படியான பொருள்கள் உருவாகாமல் போகலாம்.

இவ்வகைப் பலபடியாக்கலுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக அமிலங்களும் ஆல்கஹால்களும் இணைந்து உருவாகும் பல் எஸ்டர்களைக் கூறலாம்.

$$\cdots-\boxed{C+A}-B-\boxed{A+C}-D-\boxed{C+A}-B-\boxed{A+C}-\cdots$$

$$\rightarrow nCA \quad + \ldots B—D—B—D—B—D \ldots$$

பலபடி

C—D—C ஒருவகை மூலக்கூறு

CA : நீர் போன்ற சிறு மூலக்கூறு

A—B—A மற்றொரு வகை மூலக்கூறு

சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கலுக்கான மேற்கோள்கள் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள் பற்றிய அத்தியாயங்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

$$\cdots+HO-R-\boxed{OH+H}OOC-R'-COO\boxed{H+HO}-R-\boxed{OH+H}OOC-R'-COOH+\cdots$$

ஆல்கஹால் அமிலம் ஆல்கஹால் அமிலம்

$$\rightarrow(2n-1)H_2O+HO\left[ROOCR'COO\right]_n R—OH$$

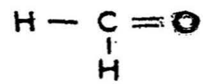
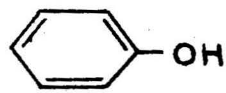
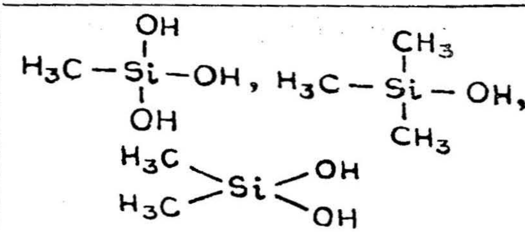
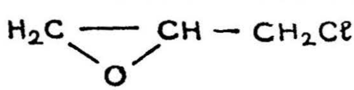
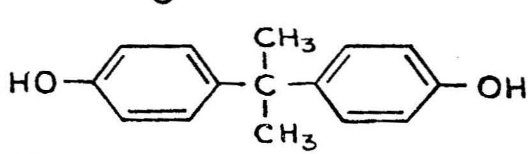
பல் எஸ்டர்

வினைபடு பொருள்களின் செறிவைக் குறைத்தாலோ, வெப்பநிலையை உயர்த்தினாலோ வளைய உருக்கொண்ட பொருள் விளையும்.

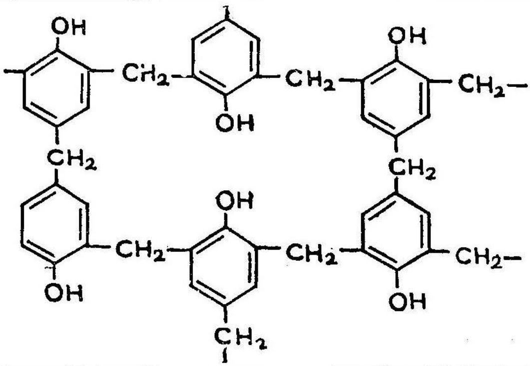
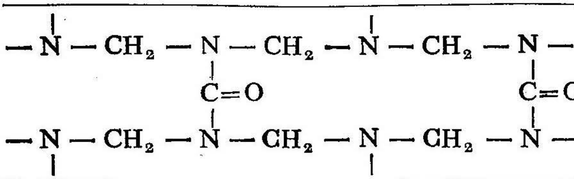
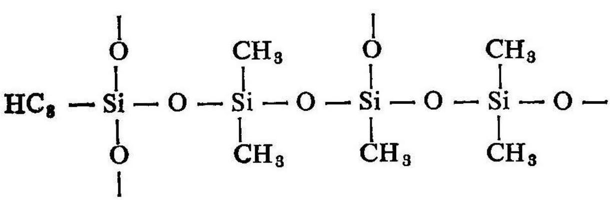
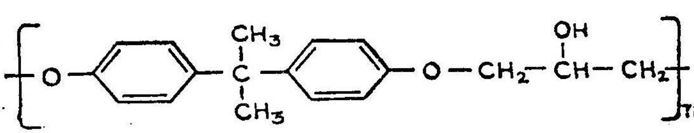
குறுக்குப் பிணைப்புகள்

பலபடிகள் நேர்ச் சங்கிலிகள் எனக் கண்டோமல்லவா? தக்க சூழ்நிலையில் அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளிடையே பிணைப்புகள்

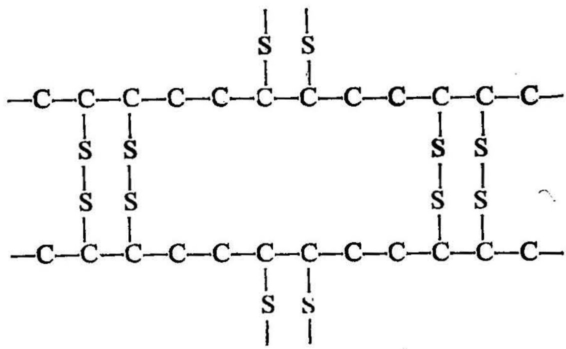
அட்டவணை-3 இறுகவல்ல நெகிழிகள் —

வரிசை எண்	ஒருபடிகள் (monomers)	ஒருபடிகளின் வாய்பாடுகள்
1.	(a) ஃபார்மால்டிஹைடு (b) ஃபீனல்	a)  b) 
2.	(a) ஃபார்மால்டிஹைடு (b) யூரியா	b) $H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{\Vert}}{C}-NH_2$
3.	(a) அமிலம் (b) ஆல்கஹால் (க்ளைகால்)	a) $HOOC-R-COOH$ b) $HO-R'-OH$
4.	சைலனால்கள்	
5.	(a) எபிக்ளோர் ஹைட்ரின் (b) பிஸ்ஃபீனல்	 

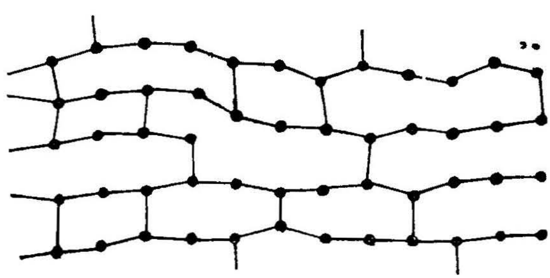
சுருக்கு வினைப்பலபடியாக்கல்

பலபடியின் வாய்பாடு	பலபடியின் பெயர்
	ஃபினாலிக் அல்லது பேக்லைட்
	ப்ளாஸ்கன்
$-OOC-R-COO-R'-OOC-R-COO-$	பல் எஸ்டர் இழை
	சிலிகோன் எண்ணெய், ரப்பர் அல்லது பிசின்
	எபிகோட் அரால்டைட்

ஏற்படக் கூடும். இப் பிணைப்புகளுக்குக் குறுக்குப் பிணைப்புகள் (Cross links) என்பதுபெயர். எடுத்துக்காட்டாக, ரப்பரைப்பதனிடுகையில் (vulcanisation) கந்தகம் சேர்த்துச் சூடேற்றுவர். இயற்கை ரப்பரில் அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகள் குறைந்த எண்ணிக்கையில் உள்ளன. இதனால் இதற்கு விறைப்புத் தன்மை (stiffness) இல்லை. கந்தகம் சேர்க்கையில் இரு கந்தக அணுக்கள் ஒரு தொகுதியாக (—S—S—) மாறி இரு சங்கிலிகளையும் இணைக்கின்றன. இணைப்புகள் நாலாபுறமும் உள்ள சங்கிலிகளுடனும் ஏற்படுகையில் வலையமைவு (network) எனப்படும் மூன்று பரிமாணங்களிலும் பரந்தமைந்த மூலக்கூறு அமைப்பு உண்டாகும்.



I வலையமைவு (வேதியியல் நோக்கில்)



II தோற்றம்

படம் 2.

வல்கனைஸ் செய்யப்படாத ரப்பர் நாளடைவில் கெட்டுப் போவதும் அடுத்தடுத்த ரப்பர் சங்கிலிகளிடையே ஆக்சிஜன் அணுக்கள் (காற்றில் கிடைக்கும்) புகுந்து குறுக்குப் பிணைப்புகளை

உருவாக்குவதால்தான். இக் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஓரளவிற்கு மேல் ஒரு பலபடியில் இடம் பெற்றிருப்பின் அப் பலபடி நொறுங்கும் தன்மை பெற்ற கடினமான பொருளாகிவிடும்.

குறுக்குப்பிணைப்புகளைப் பூச்சுகள் (paints) உலரும் இயக்கத்திலும் சந்திக்கலாம். பூச்சுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஆளிவிதை எண்ணெயில் இரட்டைப் பிணைப்புகள் உள்ளன ஆக்சிஜன் இவ்விரட்டைப் பிணைப்புகளில் வினைப்பட்டுப் பெராக்சைடு (peroxide) எனும் பெரிய மூலக்கூறைக் கொடுக்கிறது. இது பலபடியாகி, குறுக்குப் பிணைப்புகள் தோன்றி மிகப் பெரிய மூலக்கூறை அளிக்கிறது. மூலக்கூறு எடை அதிகமாவதால் பலபடியும் திடப் பொருளாகிறது. இவ்வியக்கத்தைத் தான் நாம் 'பெயிண்ட் உலர்கிறது' என்கிறோம். குறுக்குப் பிணைப்புகளைக்கொண்ட மற்றொரு மூலக்கூறை உதாரணமாகச் சொல்ல வேண்டுமெனில், நீரிழிவு நோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படும் இன்சுலின் (Insulin) மூலக்கூறைக் கூறலாம்.

குறுக்குப் பிணைப்புகளை வெப்பம், கதிர் வீச்சு, வேதியியல் பொருள்களுடன் வினைப்படுத்துதல் ஆகிய மூன்றில் எந்த ஒரு முறையின் துணை கொண்டும் உருவாக்கலாம். பலபடி மூலக்கூறின் தன்மையைப் பொறுத்து முறையைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒருவகை ஃபீனலிக்குகளுக்கு வெப்பம் மட்டுமே போதுமானது. ஆனால், மற்றொரு வகை ஃபீனலிக்குகளில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்ற வெப்பத்தைவிட வேதியியற்பொருள்களுடன் வினைப்படுத்துவதே சிறந்த முறை. பாலிதீனில் கதிர் வீச்சின் மூலம்தான் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்படுத்த முடியும். சில பிசின்களுக்கு அழுத்தம் தேவை.

மற்றெந்தக் குறுக்குப் பிணைப்பையும்விட கார்பன் குறுக்குப் பிணைப்பே வலிமைமிக்கது.

ஓரிரு குறுக்குப் பிணைப்புகள் இருப்பதால்தான் ரப்பரை இழுக்கும்போது நீட்சியுற்றாலும் இழுவிசையை அகற்றியவுடன் விரைவில் முந்தைய நிலைக்குத் திரும்புகிறது. குறுக்குப் பிணைப்புகள் சங்கிலிகளைப் பழைய நிலைக்குத் திருப்புகின்றன. எபொனைட் (ebonite) எனும் கடின ரப்பரை நீட்சியுறச் செய்தல் இயலாது. ஏனெனில், இம் மூலக்கூறுகளில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் நிறைய உள்ளன. இவை அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளை நன்கு பிணைத்து ஒன்றைவிட்டு ஒன்று நகர இயலாமல் செய்து விடுகின்றன.

குறுக்குப் பிணைப்புகள் விளைய விளைய மூலக்கூறுகள் பெரிதாகிக்கொண்டே போகும் எனக் கண்டோமல்லவா? இதனால் நீர்மமாகவோ, நீர்மங்களில் எளிதில் கரையக்கூடிய நிலையிலோ இருந்து வரும் ஒரு பிசின் குறுக்குப் பிணைப்புகளின் தோற்றத்தால் நீர்மங்களில் கரையாத களிநிலையை (gel point) அடையும். இந் நிலையில் அஃது ஒரு கூழ்போன்று தோற்றமளிக்கும். ப்ளாஸ்டிக் ஆராய்ச்சித் துறையில் முன்னோடியான கரோதர்ஸ் (Corothers) எனும் அறிஞர் களிநிலை அடைவதற்கு முன், வினை எந்த அளவிற்கு நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும் எனக் கணக்கிட்டுள்ளார். அவருடைய கணிப்பின்படி 83% வினை நிகழ்ந்த பிறகே களியாதல் தொடங்கவேண்டும். ஆனால், நடைமுறையில் 78% வினை முடிந்தவுடனேயே கட்டிக்கூழ் உறையத் தொடங்குகிறது. இந்த வேறுபாட்டிற்குக் காரணம்: கரோதர்ஸ் நினைத்ததுபோல் பலபடியிலுள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளும் ஒரே நீளமுள்ள சங்கிலிகளாக (அதாவது, ஒரே எடையுடையனவாக) இருப்பதில்லை.

பலபடியின் மூலக்கூறு எடை

மேற்கூறிய உண்மை நம்மைப் பலபடியின் மற்றொரு முக்கியமான தன்மையைப் பற்றிச் சிந்திக்க வைக்கிறது. அதுதான் பலபடியின் மூலக்கூறு எடை (Molecular weight). பலபடியின் மூலக்கூறு எடையைக் கணிக்க இரு முறைகள் வழக்கிலுள்ளன.

எந்த ஒரு பலபலடியிலும் இடம் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஓர் எடையுடையனவாய் இருப்பதில்லை. ஏனெனில், ஒரு சங்கிலியின் நீளம் மற்றொன்றிலிருந்து சிறிது வேறுபட்டிருக்கும். ஒரே எடையுள்ள மூலக்கூறுகள் மொத்தத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட சதவீதமாகத்தான் இருக்கும். இதற்கு ஒப்பான நிலையை வாயுவை உள்ளடக்கிய ஒரு கலத்தில் காணலாம். வாயுவில் எல்லா மூலக்கூறுகளும் ஒரே திசைவேகம் (velocity) கொண்டிருப்பதில்லை. ஆதலால், மூலக்கூறுகளின் திசைவேகம் சராசரியாகத்தான் கணக்கிடப்படுகின்றது. அதேபோன்று இங்கும் மூலக்கூறு எடை சராசரியாகத்தான் கணிக்கப்படுகிறது. மேற்கூறியதுபோல் இரண்டு விதமான சராசரிகள் வழக்கிலுள்ளன. அவை, (1) எடை சராசரி (2) எண் சராசரி எனப்படும்.

எண் சராசரி மூலக்கூறு எடை (Number Average Molecular Weight) $\bar{M}_n$, பின்வரும் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\bar{M}_n = \frac{N_1M_1 + N_3M_2 + N_3M_3 + \cdots\cdots}{N_1 + N_2 + N_3 + \cdots\cdots}$$

இங்கு, மூலக்கூறு எடை	M_1	கொண்ட பலபடி மூலக் கூறுகளின் எண்ணிக்கை	N_1
,,	M_2	,, ,,	N_2
,,	M_3	,, ,,	N_3

ஒரு பலபடியில் மூன்று மூலக்கூறுகள் மூலக்கூறு எடை 500 உடையனவாகவும், ஆறு மூலக்கூறுகள் 600 உடையனவாகவும், ஏழு மூலக்கூறுகள் 400 உடையனவாகவும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இப் பலபடியின் எண் சராசரி மூலக்கூறு எடை கீழ்க்கண்ட விதத்தில் கணக்கிடப்படும்.

$$\bar{M}_n = \frac{(3 \times 500) + (6 \times 600) + (7 \times 400)}{3 + 6 + 7} = 494 \simeq 500$$

பரவலழுத்தம் (osmotic pressure) மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையை மட்டுமே பொறுத்ததாதலால், எண் சராசரியைப் பரவலழுத்தம் அளக்கப்படும் முறைகளைக்கொண்டு அறியலாம்.

$$\text{எடை சராசரி } \bar{M}_w = \frac{N_1M_1^2 + N_1M_3^2 + N_1M_3^2 + \cdots\cdots}{N_1M_1 + N_2M_2 + N_3M_3 + \cdots\cdots}$$

எண் சராசரி கணக்கிடுகையில் எடுத்துக்காட்டாக எடுத்துக் கொண்ட அதே பலபடிக்கு எடை சராசரி பின்வருமாறு இருக்கும்.

$$\bar{M}_w = \frac{[3 \times 500^2] + [6 \times 600^2] + [7 \times 400^2]}{[3 \times 500] + [6 \times 600] + [7 \times 400]} = 510$$

$\bar{M}_n$-ல் சிறியதாயினும் பெரியதாயினும் எல்லா மூலக்கூறுகளும் சமமாக பாவிக்கப்படுகின்றன. $\bar{M}_w$-ல் பெரிய மூலக்கூறுகளின் பங்கு அதிகம். பெரிய மூலக்கூறுகளும் சிறிய மூலக்கூறுகளும் ஓர் அளவில் ஒளியைச் சிதறவிடமாட்டா. ஆகையால், ஒளிச் சிதறல் (light scattering) சோதனைகள் மூலம் இம் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

பலபடிச் சங்கிலியின் நீளம் பலபடியாக்கலின் அளவைக் (degree of polymerisation) குறிக்கும். மூலக்கூறு எடையும் சங்கிலியின் நீளத்தைப் பொறுத்ததல்லவா? ஆகையால்,

மூலக்கூறு எடையைப் போன்று சங்கிலியின் நீளத்தையும், பலபடியாக்கலின் அளவையும் சராசரியாகத்தான் அறிய முடியும்.

பலபடியாக்கலின் அளவு அல்லது DP. (Degree of polymerisation)

எண் சராசரியின்படி, $DP_n = \frac{\bar{M}_n}{M_0}$; எடை சராசரியின்படி

$D\ P_w = \frac{\bar{M}_w}{M_0}$ இங்கு M_0 என்பது பலபடிச் சங்கிலிகளிலுள்ள ஒருபடிக் கூறுகளின் மூலக்கூறு எடையாகும். பாலித்தீனைக் க்ரீசாகவும் தயாரிக்கலாம். பிளாஸ்டிக்காகவும் தயாரிக்கலாம். க்ரீசில் $DP_n = 36$, பிளாஸ்டிக்கில் $\overline{DP_n} = 3600$. அஃதாவது, பிளாஸ்டிக்கில் க்ரீசிலுள்ளதைப்போல் நூறு மடங்கு அதிக எண்ணிக்கையில் ஒருபடிக் கூறுகள் அமைந்துள்ளன. $\bar{M}_w$-வும், $\bar{M}_n$-வும் எந்தப் பலபடியிலாவது சமமாக இருக்குமானல் அப் பலபடியில் மூலக்கூறுகள் யாவும் சமமான எடையுள்ளவை எனக் கொள்ளவேண்டும்.

ஒருபடி மூலக்கூறுகளின் இலக்கணங்கள்

பலபடியை விளைவிக்கும் வினையில் வினைப்படு பொருள்கள் (reactants) ஒருபடிகள் என வழங்கப்படுகின்றன என்று முன்பே கண்டோம். இவை, பலபடி மூலக்கூறுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் சிறியவை எனவும் அறிந்தோம். சிறிய மூலக்கூறுகள் பலபடியாவதற்கு அவற்றுள் வினைத்திறன் மிக்க முனைகள் (எளிதில் வினைபுரியும் தொகுதிகள்) (functional groups) குறைந்தது இரண்டாவது இருத்தல் வேண்டும். வினைத்திறன் மிக்க முனை ஒன்று மட்டுமே அமைந்த ஒருபடிகள் பலபடியை உருவாக்க இயலாதவை. எடுத்துக்காட்டாக, ஈத்தைல் ஆல்கஹால் மூலக்கூறில் ஓர் ஒரு வினைத்திறன்மிக்க முனையும், அசிட்டிக் அமிலத்தில் ஓர் ஒரு வினைத்திறன்மிக்க முனையும் உள்ளன. இவ்விரண்டும் வினைப்படுகையில் ஆல்கஹாலின் —OH-ம், அமிலத்தின் —COOH-ம் சுருக்க வினைபுரிந்து எஸ்டர் எனும் வகையைச் சார்ந்த பொருளை அளிக்கின்றன.

$$H_3C{-}CH_2{-}OH + HOOC{-}CH_3 \rightarrow H_2O + H_3C{-}CH_2{-}OOC{-}CH_3$$

ஈத்தைல் ஆல்கஹால் ஈத்தைல் அசிட்டேட்
அசிட்டிக் அமிலம்

இவ்வினைபொருளில் வினைத்திறன்மிக்க முனை ஒன்றும் இல்லை. ஆதலால், வினை இந்த நிலையில் முடிவடைகிறது. நீண்ட சங்கிலிகள் உருவாகமாட்டா.

மாறாக, எதிலீன் க்ளைகாலையும் தாலிக் அமிலத்தையும் (முன்னதில் இரு —OH தொகுதிகளும், அமிலத்தில் இரு —COOH தொகுதிகளும் உள்ளன) வினைப்படுத்தினால் கிடைக்கும் எஸ்டரின் இரு முனைகளிலும் —OH தொகுதியோ, —COOH தொகுதியோ மிஞ்சி இருக்கும். இத் தொகுதிகள் மேலும் அண்டை மூலக்கூறுகளுடன் வினைப்பட்டுப் பலபடியைக் கொடுக்கும்.

$$\cdots + HO-CH_2-CH_2-\boxed{OH+H}OOC-C_6H_4-COO\boxed{H+HO}-CH_2-CH_2-OH + \cdots$$

க்ளைகால் அமிலம் க்ளைகால்

இச் சங்கிலியின் இரு முனைகளிலும் வினைபுரிந்து பலபடியை முடிவுக்குக் கொண்டு வருவதற்கு வினைத்திறன்மிக்க முனை ஒன்றை மட்டுமே கொண்ட (monofunctional) மூலக்கூறுகள் உதவுகின்றன.

B—A—A—A—A—A—B

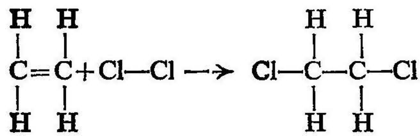
A : வினைமுனை எண் (functionality) இரண்டு கொண்ட மூலக்கூறு
B : வினைமுனை எண் (,,) ஒன்று கொண்ட மூலக்கூறு

வினைமுனை எண் என்பது வினைத்திறன்மிக்க முனைகளின் எண்ணிக்கையே ஆகும்.

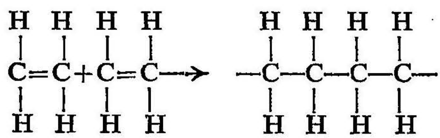
பலபடி நீண்ட சங்கிலியாக இருக்குமா? மூன்று பரிமாணங்களிலும் பரவி நிற்கும் வலையமைவு (network) எனும் அமைப்பாக இருக்குமா? என்பது வினைபுரியும் ஒருபடிகளின் வினைமுனை எண்ணைப் பொறுத்தது.

ஒரு மூலக்கூறில் வினைத்திறன்மிக்க தொகுதிகள் இரண்டு இருந்தாலோ, வினைத்திறன்மிக்க முனைகள் இரண்டினைக் கொண்ட ஒரே தொகுதியிருந்தாலோ (எடுத்துக்காட்டாக இரட்டைப் பிணைப்புகள் இருபுறமும் இணையக் கூடியவை) அவ்வகை மூலக்கூறு நீண்ட சங்கிலிகளைப் பலபடிகளாக அளிக்கும்.

எதிலீன் மூலக்கூறில் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு உள்ளது. அது வினைப்படும்போது இரட்டைப் பிணைப்பின் இரு மருங்கிலும் கூட்டுவினை நிகழும்.

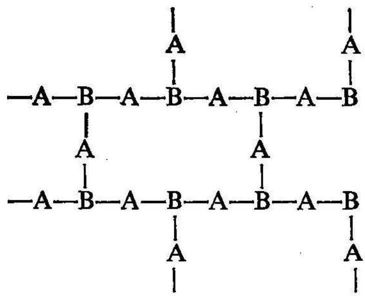


பிணைப்பின் இரு பக்கமும் அமைந்துள்ள கார்பன் அணுக்கள் ஆளுக்கொன்றாகக் க்ளோரின் அணுக்களைப் பங்கு போட்டுக்கொண்டு இரட்டைப் பிணைப்பை ஒற்றைப் பிணைப்பாக்கியுள்ளன. இதே வினை இரு எதிலீன் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயும் நிகழலாம்.



மேலே உள்ள இருபடியின் இரு முனைகளும் அடைபடாமல் இருப்பதால் (இரண்டு ஓரங்களிலுள்ள கார்பன் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு பிணைப்பு முடிவற்ற நிலையில் உள்ளது.) மேலும், வினை நிகழும் சாத்தியம் உள்ளது. இவ்வினை மேன்மேலும் நிகழ்ந்து பெரிய சங்கிலி கிடைக்கும். இவை இரு பக்கங்களில் மட்டுமே செயல்படக் கூடியவையாதலால் நூலிழை போன்ற பலபடிகளே கிடைக்கும். அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளிடையே வாண்டர் வால் விசை (முன் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது) தவிர வேறு பிணைப்போ ஈர்ப்போ கிடையாது. வினைமுனை எண் இரண்டு எனில், விளைவு சங்கிலிகள் தான்.

வினைமுனை எண் மூன்றோ அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையோ அமையப்பெற்ற ஒருபடிகள் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உருவாக்கி வலையமைவு (network) கொண்ட பலபடியைத் தருகின்றன :



A-ன் வினைமுனை எண் 2

B-ன் வினைமுனை எண் 3

[எடுத்துக்காட்டாக, ஃபீனால் ஃபார்மால்டிஹைடுடன் வினைப் படுவதைக் கூறலாம். இவ்வினை 5ஆம். அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஃபீனாலின் வினைமுனை எண் மூன்று ஃபார்மால்டிஹைடின் வினைமுனை எண் இரண்டு.]

மேலே கூறப்பட்டுள்ள கற்பனைப் பலபடியில் (A—B கூறுகள் கொண்டது) B-ன் வினைத்திறன்மிக்க முனை காகிதத்திற்கு முன்புறமும் பின்புறமும் (அஃதாவது, வாசகரை நோக்கியும் வாசகரிடமிருந்து விலகியும்) நோக்கியவாறு இருக்கலாமல்லவா? அப்படிப் பரவுகையில் கூடு போன்ற அமைப்பு ஏற்படும். இயற்கை ரப்பரில் உள்ள இரட்டைப் பிணைப்புகள் இவ்வாறு குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட வகை செய்கின்றன. அஃதாவது, வினைத்திறன்மிக்க இவ்விணைப்புகள் ரப்பரில் இல்லாது போயிருந்தால் ரப்பரைப் பதனிட முடியாது. ரப்பருக்கு இன்றிருக்கும் பல்வேறு பயன் இல்லாமல் போயிருக்கும். அதே போன்று, பெயிண்டுகள் உலரமாட்டா. வினைமுனை எண் எவ்வளவு முக்கியமானது என்பதைத் தெளிவாக்கவே இதைக் கூறியுள்ளோம்.

இறுகவல்ல நெகிழிகளும் (Thermosetting plastics), இளகவல்ல நெகிழிகளும் (Thermo plastics)

பல் துலக்கும் பிரஷ்ஷின் பிடியைச் சூடேற்றினால் இளகும். மின்சார இணைப்பான்களின் (switch) மூடியையோ பல்பு தாங்கியின் (bulb holder) உறையையோ சூடேற்றினால் எரியக் கூடும். ஆனால், இளகாது; உருகாது. முன்னதும் பிளாஸ்டிக் பொருள். பின்னதும் பிளாஸ்டிக் பொருள்தான். ஆனால், பல் துலக்கும் பிரஷ் பிடியை உருவாக்கப் பயன்பட்டிருக்கும் பிளாஸ்டிக் ஒரு வகையைச் சேர்ந்தது. அவ்வகை **இளகவல்ல**

நெகிழி (thermoplast) எனப்படும். பல்பு தாங்கி தயாரிப்பில் பயன்படும் பிளாஸ்டிக் **இறுகவல்ல நெகிழி** (thermoset) எனப்படும் வகையினின்றும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

இளகவல்ல நெகிழிகளைச் சூடேற்றினால் இளகுகின்றன (soften); குளிர்வித்தால் திடமாகின்றன. திரும்ப சூடேற்றினால் இளகுகின்றன. இவ்வாறு ஏதோ ஓர் உருவமைப்பில் வார்க்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பொருளை உருக்கி (இளக்கி) மறுபடி நம் தேவைக்கேற்ப எந்த ஒரு வேற்று உருவிலும் வார்க்கலாம். இவ்வகையைச் சார்ந்த சில நெகிழிகள் இளக்கி குளிர்விக்கையில் இளகுவதற்கு முன்பு இருந்த உருவிற்கே தானாகத் திரும்புகின்றன. இதற்குப் பிளாஸ்டிக் நினைவு (plastic memory) எனப் பெயர்.

இறுகவல்ல நெகிழிகளைத் தயாரிக்கையில் தொடக்கத்தில் அவை இளகவல்ல நெகிழிகளாகத்தான் இருக்கின்றன. சூடாக்குகையில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட்டுப் பிசின் இறுகுகின்றது. இதனால்தான் இவை சூடேற்றும்போது இளகுவதில்லை.

ரப்பர் இளகவல்ல நெகிழிகளுக்கும் இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்கும் இடையிலான ஒரு பொருள். ஆனால், பதனிடப்பட்ட (vulcanised) ரப்பர்-எபொனைட் எனும் கடின ரப்பர்—இறுகவல்ல நெகிழியின் தன்மைகளைக் கொண்டது.

இருவகை நெகிழிகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள் அட்டவணை 4-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பலபடிகளின் படிகத் தன்மை

ரப்பரை இழுத்தால் நீட்சி (elasticity) அடைகிறது. ஆனால், இந்த நீட்சி நிரந்தரமானதன்று. இழுவிசையை அகற்றிய மறுகணமே ரப்பர் முன்பிருந்த நிலைக்குத் திரும்பி விடுகின்றது. நீட்சியுறாத நிலையில் ரப்பரில் பலபடிச் சங்கிலிகள் சுருண்டு (coiled) கிடக்கின்றன. இழுக்கப்படும்போது சங்கிலிகள் நேர் கோடுகளாகவும் இணைக் கோடுகளாவும் சீர்படுத்தப்படுகின்றன. அஃதாவது, நீட்சியுறாத நிலையில் மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கற்றுத் தாறுமாறாகக் கிடக்கின்றன. நீட்டப்படும்போது ஒழுங்குமுறை ஏற்படுகிறது. படிகங்களில் மூலக்கூறுகளோ அணுக்களோ சீராக ஒழுங்காக அமையப்பெற்றிருக்கின்றன. ஆகையால்

அட்டவணை - 4

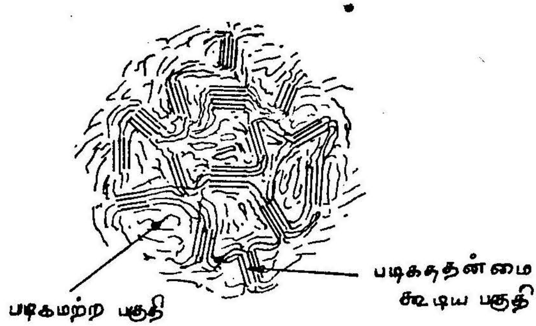
இளகவல்ல நெகிழிகளும், இறுகவல்ல நெகிழிகளும்

வரிசை எண்	இளகவல்ல நெகிழிகள்	இறுகவல்ல நெகிழிகள்
1.	சூடேற்றினால் இளகும்.	சூடேற்றினால் கடினப்படும் (இறுகும்).
2.	குறுக்குப் பிணைப்புகள் அறவே இல்லை எனலாம்.	குறுக்குப் பிணைப்புகள் நிறைந்த எண்ணிக்கையில் உள்ளன. அல்லது வெப்பத்தினாலோ அழுத்தத்தினாலோ குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்படும் வாய்ப்பு பெற்றவை.
3.	பெரும்பாலும் கூட்டுவினைப் பலபடியாக்கல் மூலம் உருவாகின்றன. (நைலான் விதிவிலக்கு)	பெரும்பாலும் சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கல் மூலம் கிடைக்கின்றன. (விதி விலக்கு: பல எஸ்டர் களில் குறுக்குப் பிணைப்பு கள் கூட்டுவினைப் பலபடி யாக்கல் மூலம் ஏற்படு கின்றன.)
4.	நீர்மங்களில் கரையக் கூடியவை.	நீர்மங்களில் கரையாதவை.
5.	சமச்சீரான மூலக்கூறுகளை உடையவை. மின் முனை வற்றவை (P. V. C. விதி விலக்கு). ஆகையால் மின் காப்பீட்டிற்குச் சிறந் தவை.	முற்றிலும் மின் முனைவற்ற இறுகவல்ல நெகிழி கிடை யாது. அவற்றின் தயாரிப் பில் வெளியாகும் நீர் போன்ற சிறிய மூலக்கூறு கள் பிசினின் மேல்பரப்பில் தங்கி அதை முனைவுள்ள தாக்கிவிடும். இதனால் இவை சற்றே மின் கடத் தும் இயல்புடையவை.

இழுக்கப்பட்ட ரப்பர் படிகத்தன்மை (crystallinity) கொண்டதாகவும், இழுக்கப்படாத ரப்பர் படிக உருவற்றதாயும் (amorphous) இருப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

சில பொருள்கள் இயற்கையிலேயே படிகங்களாக உருவாகின்றன. எடுத்துக்காட்டு உப்பு. சில இயற்கையிலேயே படிக உருவற்றவை. எடுத்துக்காட்டு ஸ்டார்ச். வேறுசில பொருள்களில் ஒரு புறவேற்றுமை உருவம் (allotrope or polymorph) படிக உருக் கொண்டும், மற்றொன்று படிக உருவற்றும் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக வைரம், க்ராஃபைட், கரி மூன்றுமே கார்பனின் புறவேற்றுமை உறுப்புகள். வைரமும் க்ராஃபைட்டும் படிகங்கள். கரி படிகமன்று. ஒரே பொருளில் படிக நிலையையும், படிகமற்ற நிலையையும் (ரப்பரில் உள்ளது போல்) விசை மாற்றத்தால் மட்டுமே மாற்றி மாற்றி அமைக்கக் கூடிய வசதியைப் பலபடிகள் மட்டுமே பெற்றுள்ளன.

ஏட்டில் எழுதுகையில் பலபடிச் சங்கிலிகளை அழகிய நேர் கோடுகளாக வரைந்துவிடலாம். ஆனால், உண்மையில் பலபடிச் சங்கிலிகள் வளைந்தும் குறுகியும் சில இடங்களில் முடிச்சுகளாகவும் அமைந்துள்ளன. பெரும்பாலான பலபடிகளில் சில பகுதிகளில் சங்கலிகள் இணைக்கோடுகளாகவும் மற்ற பகுதிகளில்



படம் 3.
பிளாஸ்டிக்குகளின் பகுதி படிக நிலை

தாறுமாறாகவும் அமைந்துள்ளன. ஓர் ஒழுங்கு முறையில் சங்கிலிகள் அமைந்துள்ள பகுதி படிகத் தன்மை மிகுந்த பகுதி (crystalline region) என்றும், ஒழுங்கற்ற நிலை நிலவும் பகுதி நீர்மத்தையொத்த பகுதி (glassy region) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

இத் தருணத்தில் ரப்பரின் தனித் தன்மைகளில் ஒன்றனைப் பற்றி விவரிப்பது அவசியமாகின்றது. உலோகத்தைச் சூடேற்றினால் விரிவடைகிறது. ரப்பரைச் சூடேற்றினால் சுருங்குகின்றது. ரப்பர் ஏன் வெப்பத்தில் விரிவடையாமல் சுருங்குகின்றது? சூடாகும்போது கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றலின் உதவியால் பலபடி மூலக்கூறுகள் அமைந்து நகர முடிகின்றது. இதனால் மூலக்கூறு சங்கிலிகளின் ஒழுங்கு பாதிக்கப்பட்டு அவை மேலும் சுருண்டுவிட ஏதுவாகிறது.

ஒரு பலபடி எவ்வளவு சதவீதம் படிகத்தன்மை கொண்டது என்பதை X-கதிர் கொண்டு அறியலாம். பொதுவாக, படிகத் தன்மை கூடுதலாகப்பெற பலபடி வலிமையுள்ளதாய் இருக்கும். வைரம் ஓர் அருமையான கட்டுக்கோப்பு மிகுந்த படிகம். அதனால்தான் வைரத்தை அறுப்பது கடினமான செயலாகின்றது. வைரத்திலும் இயற்கையிலேயே கார்பன் அணுக்களின் வரிசையில் சிறு ஒழுங்கீனங்கள் உள்ளன. இந்தச் சிறு ஓச்சமும் இல்லையெனில், வைரத்தைப் பட்டை தீட்டக்கூட முடியாமற் போகும்.

படிக உருவற்ற பலபடிகள் உயர் வெப்பநிலைகளில் ரப்பரைப் போன்றும், கீழ் வெப்பநிலைகளில் கண்ணாடித் தன்மை கொண்டும் இருக்கின்றன. ரப்பரின் மீட்சியையும், கண்ணாடியின் பாகுத் தன்மையையும் பெற்றிருப்பதால் இவை **பாகியல் - மீட்சி ஒருங்கே பெற்ற திண்மங்கள்** (viscoelastic solids) என வழங்கப் படுகின்றன. கண்ணாடித் தன்மை நீங்கி ரப்பரின் பண்பு தோன்றும் மாற்றம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலோ, வெப்ப நிலை வரம்பிலோ நிகழ்கின்றது. இந்த இளகுநிலை (கண்ணாடி - ரப்பர் மாற்றநிலை) ஆங்கிலத்தில் (glass transition temperature) என்றும், சுருக்கமாக T_g என்றும் வழங்கப்படுகிறது. T_g ஒவ்வொரு பலபடிக்கும் ஒரு மாறிலியாகும். பலபடியியலில் (Polymer Science) T_g-ன் பங்கு கணிசமானது. படிக உருவற்ற ஒரு பலபடி கடினமாகவும் விறைப்பாகவும் இருப்பதோ, மிருதுவாகவும் வளைந்து கொடுக்கும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருப்பதோ அதன் T_gயைப் பொறுத்தது. T_g அறை வெப்ப நிலையைவிடக் குறைந்ததாக இருப்பின், அப் பலபடி அறை வெப்பநிலையில் பிளாஸ்டிக்காக இருக்காது; ரப்பராக இருக்கும். இயற்கைரப்பரைக்குளிர்வித்தால் 10°C-க்குக் கீழே கண்ணாடியைப் போல நொறுங்கும்; மீட்சியையும் இழக்கத் தொடங்கும். T_g அறை வெப்பநிலைக்கு மேலே இருப்பின், அப் பலபடி அறை வெப்பநிலையில் பிளாஸ்டிக்காக இருக்கும். T_g-க்கு மேல்

சூடேற்றிஞல் ரப்பராகும். பெர்ஸ்பெக்ஸ் 60°C-க்கு மேல் சூடாக்குகையில் ரப்பராக மாறுகிறது.

முழுவதும் படிகத்தன்மை கொண்ட பலபடிகளுக்கு T_g கிடையாது. இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்கும் T_g கிடையாது. ஏனெனில், வெப்பமேற்றுகையில் அவை இளகுவதில்லே; குளிர்விப்பதால் இறுகுவதுமில்லே.

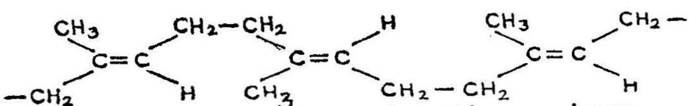
T_g பலபடியின் அமைப்பைப் பொறுத்து மாறும். முனேவுள்ள (polar) தொகுதிகளே இணேப்பதால் T_gஐ அதிகரிக்கலாம். PVC-ல் க்ளோரின் இருப்பதால் அதன் T_g மற்ற பலபடிகளேக் காட்டிலும் அதிகம்.

ஒரே பலபடியில் ஒரு பகுதி படிக ஒழுங்குடனும், மற்ருெரு பகுதி ஒழுங்கற்றும் இருக்கலாம் எனக் கண்டோமல்லவா? அவ்வகைப் பலபடிகளுக்கு T_gயும் T_mமும் (உருகுநிலே) உண்டு. $T_g \simeq 0{\cdot}5T_m$.

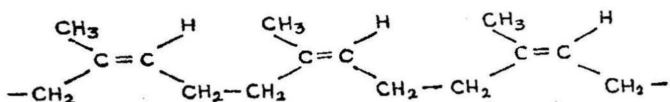
முழுவதும் படிகத்தன்மை கொண்ட பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பது மிகவும் கடினம். இராணுவ அணிவகுப்பு போன்ற அணு வரிசை கொண்ட படிகங்களேப் பல படியாக்கல் மூலம் தயாரிக்க இயலாது என்றே கூற வேண்டும். ஏனெனில், பலபடியாக்கல் எனும் வினே இன்றும் சிக்கலான, முழுமையாக அறியப்படாத, பெரும் பாலும் அனுபவ பூர்வமான (empirical), அறிமுறை வேதியியலுக்கு (theoretical chemistry) அடிபணியாத ஒரு புதிராகத்தான் உள்ளது. எனினும், நட்டா (Nutta) என்பார் படிகத்தன்மை மிகுந்த பலபடிகளேத் தயாரிக்க புதிய முறையை உருவாக்கினர். சில சிறப்பான வினேவேக மாற்றிகளேக் கொண்டு அணுக்களேயும், ஒருபடிக் கூறுகளேயும் பல்படியின் அமைப்பில் தான் நினேத்த இடத்திற்கு 'விரட்டினர்.' இவருடைய இந்தச் சாதனேயினுல்தான் அதுவரை செயற்கை முறையில் தயாரிக்க முடியாது என்று ஒதுக்கப்பட்ட இயற்கை ரப்பர் மூலக்கூறு செயற்கை முறையில் தயாரிக்கக்கூடிய பொருளாயிற்று.

ரப்பரும் கட்டா பெர்ச்சா (Gutta percha) எனும் பொருளும் ஒரே மூலக்கூறு அமைப்பு கொண்டவை. அவற்றினிடையே ஒரே ஒரு வேறுபாடுதான் உள்ளது. ரப்பரில் மீத்தைல் தொகுதிகள் அனேத்து சங்கிலியின் ஒரே பக்கத்திலும், கட்டா பெர்ச்சாவில் ஒரு தொகுதி சங்கிலியின் ஒரு பக்கத்தில் அமைந்

தால் அடுத்த மீத்தைல் தொகுதி சங்கிலியின் மறு பக்கத்திலுமாக (மாறி மாறி) அமைந்துள்ளன. இவ்வகை மாற்றியத்திற்கு ஒருபக்க - மாறுபக்க மாற்றியம் (cis - trans isomerism) எனப்பெயர். இதனுல் ரப்பரை அதன் ஒருபடியான ஐசோப்ரீனினின்றும் தயாரிக்கும் முயற்சிகள் அனைத்தும் வீணுயின. ரப்பருமல்லாத கட்டாபெர்ச்சாவுமல்லாத ஒரு பொருளே கிடைத்தது. மீத்தைல் தொகுதிகள் அனைத்தையும் சங்கிலியின் ஒரே பக்கத்தில் அடுக்குவதென்பது மிகவும் கடினம். பலபடியாக்கலில் வினைப் படும் மூலக்கூறுகள் ஒன்ருே இரண்டோ அல்ல. நூற்றுக் கணக்கிலோ ஆயிரக்கணக்கிலோ மூலக்கூறுகள் வினைப்படுகை யில் அவை யாவற்றையும் நம் விருப்பப்படி தொகுக்கலாம் என்பதற்கு அவை கையால் எடுத்துவைக்கக்கூடியவை அல்ல. நுண்ணேக்கியாலும் (microscope) பார்க்க முடியாதவை.



கட்டா பெர்ச்சா மூலக்கூறு



ரப்பர் மூலக்கூறு

வினைவேகமாற்றி ஒரு வினையின் வேகத்தைத்தான் மாற்றக் கூடும் என்று நீங்கள் அறிந்திருப்பீர்கள். கண்டுபிடித்த சில வினைவேக மாற்றிகள் பலபடியில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதி சங்கிலியின் எந்தப் பக்கத்தில் அமைய வேண்டும், ஒருபடிக் கூறுகள் எவ்வாறு நெறிப்படுத்தப்பட வேண்டும் (oriented) என்பதையும் தீர்மானித்தன. இதனுல் பலபடிகளைப் படிகங்களாக உருவாக்கும் முயற்சி கைகூடியது. பலபடிகளில் படிகத்தன்மை குறைந்து காணப்படுவதற்கு அவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்பு களில் உள்ள கீழ்க்கண்ட அம்சங்களே காரணம் :

(1) மூலக்கூறு சங்கிலிகள் மிகவும் நீளமாகவும், கிளைகளுடன் கூடியதாகவும் இருப்பதால் சுருண்டுவிடுகின்றன.

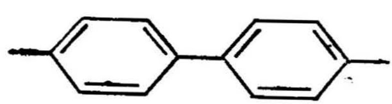
(2) சங்கிலிகளில் இணைந்திருக்கும் பெரிய தொகுதிகள் சீராக அடுக்கப்படவில்லை.

(3) இணைப்பலபடிகளில் இருவகை ஒருபடிக் கூறுகளும் ஒழுங்காகச் சங்கிலி முழுவதும் சீரான விகிதத்தில் காணப்படுவதில்லை.

பலபடிகளைப் படிகங்களாகத் தயாரிப்பது கடினமென்றால், முற்றிலும் படிக உருவற்ற (completely amorphous) நிலையில் தயாரிப்பது அதைவிடக் கடினம். ஏனெனில், பல்லாயிரக் கணக்கான ஒருபடிக் கூறுகளைக்கொண்ட பலபடிச் சங்கிலியில் ஒரு சிறு பகுதியாவது தற்செயலாக ஒழுங்குமுறையுடன் அமைந்துவிடும்.

இதுவரை இந் நூலில் கரிம மூலக்கூறுகளையே பலபடிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகப் பயன்படுத்தியுள்ளோம். இதனால் கார்பனும், ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும்தான் பலபடிகளில் இடம்பெறத்தக்க தனிமங்கள் எனக் கொள்ள வேண்டாம். சிலிக்கன், போரான், கந்தகம், பாஸ்வரம், நைட்ரஜன் ஆகிய தனிமங்களும் பலபடி மூலக்கூறுகளில் இடம்பெறத் தக்கவையே சொல்லப்போனால், ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்குப் பதிலாகச் சிலிக்கனையும், போரானையும் பலபடி மூலக்கூறுகளில் புகுத்த முடிந்தால் விளைவாகும் பலபடிகளை 1000°C வரை பயன்படுத்தலாம். சிலிக்கன், போரான் ஆகியவற்றினாலான பலபடிகள் எரியமாட்டா; சிதையமாட்டா.

ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையிலுள்ள பல்வேறு இணைப்புகளை உடைக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றல் அளவுகள் கணக்கிடப் பட்டுள்ளன. கார்பன் - கார்பன் ஒற்றைப் பிணைப்பை உடைக்க 82 கிலோ கலோரிகள், C—H இணைப்பை உடைக்க 99 கிலோ கலோரிகள், Si—O இணைப்பிற்கு 103 கிலோ கலோரிகள், B—H இணைப்பிற்கு 105 கிலோ கலோரிகள், B—O இணைப்பிற்கு 119 கிலோ கலோரிகள். அங்கக பலபடிகளில் C—H இணைப்பும், C—C இணைப்புமே பெரும்பாலும் இடம் பெறுகின்றன. C—H இணைப்புகளெல்லாம் அரொமடிக் வளையங்களில் அமைந்திருந்தால், அப் பலபடி வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை



போரான், சிலிக்கன் ஆகியவற்றைக்கொண்ட பலபடிகள் சங்கிலி அமைப்பில் உருவாவதைவிட வளையங்களாவதற்கே விரும்புகின்றன. இப் பலபடிகளின் தயாரிப்பில் இது ஒரு பிரச்சினையாகவே இருந்து வருகின்றது.

4. மூலப் பொருள்கள்

(RAW MATERIALS)

பொதுவாகப் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப் பயன்படும் மூலப் பொருள்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை வருமாறு :

(1) பெட்ரோலியம், (2) நிலக்கரி, (3) இயற்கையில் கிடைக்கும் பொருள்கள்.

(1) பெட்ரோலியம்

முதல் உலகப் போருக்குப்பின் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வேதியியல் பொருள்களைக் கொண்டு (Petro-chemicals) பல்வேறு பிளாஸ்டிக்குகள் தொகுக்கப்படுகின்றன. பெட்ரோலியம் என்பது திண்ம, நீர்ம வாயு, ஹைட்ரோ கார்பன்கள் கலவையாகும். இதனைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறைக்குட்படுத்தினால் பல்வேறு பகுதிகள் கிடைக்கின்றன. அவையாவன : (1) வாயுக்கள், (2) குறைந்த செறிவுள்ள எண்ணெய் (light oil), (3) நாப்தாப் பகுதி, (4) மண்ணெண்ணெய், (5) டீசல், (6) செறிவுமிக்க எண்ணெய்.

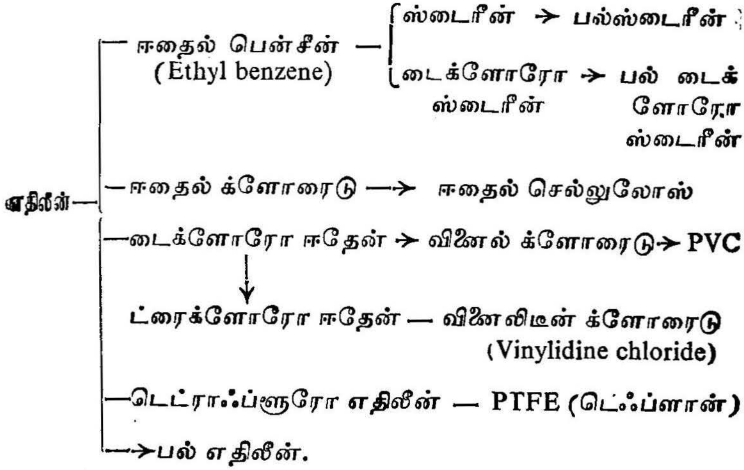
செறிவுமிக்க எண்ணெயை வெற்றிடத்தில் காய்ச்சி வடித்தால் மசகெண்ணெய், கசடு போன்ற பொருள்கள் கிடைக்கும்.

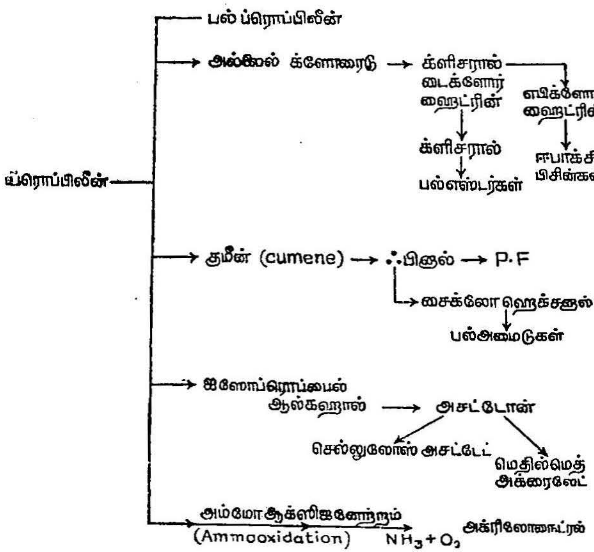
குறைந்த செறிவுள்ள எண்ணெயான பெட்ரோலின் உபயோகத்தைப் பற்றி எல்லோரும் நன்கறிவர். பெட்ரோலைப் போன்றே, டீசல், மண்ணெண்ணெய் ஆகிய இரண்டும்

இன்றைய நாகரிக உலகிற்குத் தேவைப்படும் அவசியமான பொருள்களாகும். எனவே, தொடக்க காலங்களிலிருந்து பெட்ரோலியத்தின் இப்பகுதிகளே (fractions) மிகுந்த முக்கியத் துவம் பெற்றிருந்தன. எனவே, பெட்ரோலியத்தின் பகுதி களான வாயுக்கள், நாப்தாப் பகுதி போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் என்று எண்ணத்தக்க வகையில் இரண்டாம் தர இடத்தைப் பெற்றிருந்தன. நாளடைவில் பெட்ரோலின் தேவை அதிக மாகவே, இத் தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய, நாப்தாப் பகுதி (Naptha fraction), செறிவுமிக்க எண்ணெய் போன்ற உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய ஹைட்ரோ கார்பன்கள் கொண்ட பெட்ரோலியம் பகுதிகளைப் பிளந்து பெட்ரோல் தயாரிக்கப் பட்டது. இச் செயல்முறையின்போது குறைந்த மூலக்கூறு எடையையுடைய நிறைவுருத ஹைட்ரோ கார்பன்களான எதிலீன், ப்ரொப்பிலீன் போன்றவையும் தோன்றின. இவற்றை மூலப் பொருள்களாகக் கொண்டுதான் இன்று ஏராளமான பிளாஸ்டிக்குகள் தொகுக்கப்படுகின்றன.

அட்டவணை 5-லிருந்து எதிலீன், ப்ரொப்பிலீன் போன்ற நிறையுரு ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து தொகுக்கப்படும் சில முக்கியமான பிளாஸ்டிக்குகளை அறியலாம். எனவே, இப் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிப்பிற்குத் தேவையான எதிலீன், ப்ரொப்பிலீன் போன்ற வாயுக்களைப் பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறவேண்டும். பெட்ரோலியத்தைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித் தலில் கிடைக்கும் வாயுப் பகுதியில் அதிகமாகப் ப்ரொப்பேன், ஈதேன் போன்ற நிறையுள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்கள் உள்ளன. நாப்தாப் பகுதி போன்ற வடித்த பெட்ரோலியப் பகுதிகளை ஆவியாக்கி, பின்பு கொதி நீராவியுடன் கலந்து குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் குறித்த நேரம் வைத்திருந்தால் உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பிளந்து ப்ரொப்பிலீன், எதிலீன் போன்ற நிறையுரு ஹைட்ரோ கார்பன்களைத் தரும். தேவையான அளவிற்கு இப் பிளத்தல் வினை நிகழ்ந்த பின் மேற்கொண்டு தொடராமல் இருக்கச் செய்ய வினைக் கலத்தைத் திடீரெனக் குளிரச் செய்து, பின்னர் பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் ஒவ்வொரு பகுதியையும் பிரிக்கலாம். பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைக்கும் வாயுப் பகுதியையும் பிளத்தல் வினைக்குட்படுத்தி நிறையுரு ஹைட்ரோ கார்பன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பிளத்தல் வினையின்போது மாற்றுதல் வினை (isomerisation), ஹைட்ரஜன் நீக்கலுடன் வளையமாக்கல் வினை (Dehydro cycli-sation) போன்றவைகளும் நிகழும். இவற்றை எடுத்துக்காட்ட,

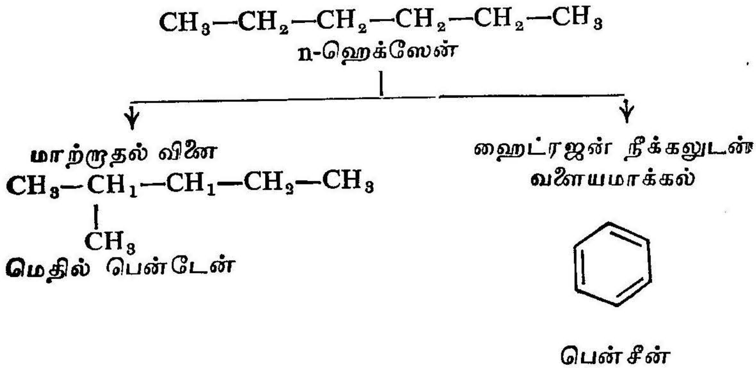
அட்டவணை - 5





P. F. ஃபீனல்ஃபார் மால்டிஹைடு.

n-ஹெக்ஸேன் என்ற நேர் சங்கிலியுடைய ஹைட்ரோக் கார்பனை எடுத்துக் கொண்டால், மாற்றுதல் வினைக்குப்பின் கிளைச் சங்கிலி கொண்ட மெதில் பென்டேன் (Methyl Pentane) போன்ற ஐஸோமர் (Isomer) கிடைக்கும்; ஹைட்ரஜன் நீக்கலுடன் வளையமாக்கல் வினைக்குப் பின் பென்சீன் கிடைக்கும்.



நிறையுறு ஹைட்ரோக் கார்பன்களைப் பெற மற்றொரு வழியும் உண்டு. சில குறிப்பிட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்களைப் பெட்ரோலியத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்து, தகுந்த வேதியியற் வினைமூலம் தேவையான சேர்மங்களைப் பெறலாம். பெட்ரோலியத்திலிருந்து கிடைக்கும் ப்யூட்டேனைப் பிரித்தெடுத்து ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளை இதிலிருந்து நீக்கி ப்யூட்டாடையீனைப் பெறலாம். ஆக்ஸிஜனேற்ற வினைமூலம் சைக்லோ ஹெக்ஸேனை சைக்லோ ஹெக்சனோனாக மாற்றலாம்.

(2) நிலக்கரி

பெட்ரோலிய வேதியியற் பொருள்களினுடைய வளர்ச்சியின் விளைவால் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்க நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கும் பொருள்களை நாடிச் செல்வது நாளுக்கு நாள் குறைந்து வருகிறது.

நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தால் (1) நிலக்கரி வாயு, (2) அம்மோனியாத் தன்மையுள்ள திரவம், (3) நிலக்கரித் தார், (4) கல்கரி (coke) ஆகிய நான்கு பகுதிகள் கிடைக்கின்றன. இவை நான்கனுள்ளும் தார் ஒன்றே பிசின்கள் தயாரிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

தார்: அனேக வேதியியல் சேர்மங்களின் சிக்கலான கலவையே தார். இக் கலவையிலிருந்து தனிப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க தாரைப் பின்னக் காய்ச்சி வடிக்க வேண்டும். இச் செயல் முறையின் விளைவாகத் தாரிலிருந்து ஆறு பகுதிகள் கிடைக்கின்றன.

முதற் பகுதி: கொதிநிலை 45°C முதல் 80°C வரை காணப் படும் முதல் பகுதியில் பெருமளவுக்கு அம்மோனியாவும், கார்பன் டை சல்பைடும் (carbondi sulphide) உள்ளன.

இரண்டாவது பகுதி: குறைந்த செறிவுள்ள எண்ணெய் (light oil): கொதிநிலை 80°C - 170°C.

80°C - 110°C கொதிநிலை வரம்புக்குள் கிடைக்கும் பென்சால் (Benzol) என்ற பகுதியில் 25% பென்சீனும் (Benzene), 70% டாலுவீனும் (Toluene), மீதி ஜைலீனும் (Zylene), சைமீனும் (Cymene) அடங்கி யுள்ளன. 110°C-140°C கொதிநிலை வரம்புக்குள் கிடைக்கும் பகுதியில் ஃபீனால்கள், க்ரெசால்கள் (Cresols) போன்றவை அடங்கி யுள்ளன. 140°C - 170°C கொதிநிலை வரம்புக்குள் கிடைக்கும் பகுதியில் ஃபீனால்கள், நைட்ரஜன் சேர்மங்கள், நாப்தாக் கரைப்பான் (Solvent Naphtha), குமரோன் (Coumarone), இண்டீன் (Indene) முதலிய சேர்மங்கள் காணப்படும்.

மூன்றாவது பகுதி: நடுநிலையான செறிவுள்ள இந்த எண்ணெயில் (Middle oil) நாப்தாவும், கார்பசோலும் (Carbazole) காணப் படுகின்றன. இப் பகுதியின் கொதிநிலை வரம்பு 170°C - 230°C.

நான்காவது பகுதி: கொதிநிலை வரம்பு 230°C - 270°C உள்ள செறிவுமிக்க எண்ணெயான (Heavy oil) இதில் சிறிதளவு க்ரெசைலிக் அமிலமும் (Cresylic acid), ஆன்த்ரசீனும் (Anthracene) அடங்கி யுள்ளன.

ஐந்தாவது பகுதி: கொதிநிலை வரம்பு 270°C - 320°C. இப் பகுதியில் ஆன்த்ரசீன் (Anthracene) உள்ளது.

ஆறாவது பகுதி: பிட்ச் (Pitch) எனப்படும் திடப்பொருள் இப் பகுதியில் உள்ளது.

தாரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட சில சேர்மங்கள் பிளாஸ்டிக் தொழிலுக்கு எவ்வாறு பயன்படுகின்றன என்பது அடுத்து கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலிருந்து நன்கு விளங்கும்.

அட்டவணை-6.

(1) பென்சீன் —
- → மலீயிக் அன் ஹைட்ரைடு → ஆல்கைட் பிசின்கள்
  (maleic anhydride) (alkyd resins)
- → ஈதைல் பென்சீன் — ஸ்டைரீன் → பல்ஸ்டைரீன்
- → க்ளோரோ பென்சீன் → ஃபீனல்
  - ↓ ஃபீனல் ஃபார்மால் டிஹைடு
  - ↓ பல் அமைடு
- → நைட்ரோ பென்சீன் — அனிலீன் → அமினோ பிளாஸ்டிக்குகள்

(2) க்ரெசால் → க்ரெசால்-ஃபார்மால் டிஹைடு பிசின்
(Cresol)

(3) டாலுவீன் → பாரா டாலுவீன் சல்போனமைடு → சல்போனமைடு பிசின்கள்
(Toluene)

(4) நாப்தலீன் → தாலிக் அன் ஹைட்ரைடு
(Naphthalene)
- ↓ பல் எஸ்டர், ஆல்கைடு பிசின்கள்
- ↓ தாலேட் மென்மையூட்டிகள்

(5) குமரோன் - இண்டீன் → குமரோன் / இண்டீன் பிசின்கள்

(6) பிட்ச் → பிட்டுமென் பிளாஸ்டிக்.

நிலக்கரி வாயு: பொதுவாக நிலக்கரி வாயுவில் ஏறத்தாழ 50 சதவீதம் ஹைட்ரஜன், 30 சதவீதம் மீதேன் (Methane), 8 சதவீதம் கார்பன் மோனாக்ஸைடு, கணிசமான அளவு எதிலீன் காணப்படும். நிலக்கரி வாயுவில் அடங்கியுள்ள மீதேன் உயர் வெப்ப நிலையில் அலுமினியம் ஆக்ஸைடு - நிக்கல் வினை வேக மாற்றி முன்பு ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து மெதில் ஆல்கஹால், உயர் வரிசை ஆல்கஹால்கள் போன்றவற்றைத் தருகிறது.

மெதில் ஆல்கஹால் ஆகஸிஜனேற்றமடைந்து கிடைக்கும். ஃபார்மால்டிஹைடு ஃபீனல் ஃபார்மால்டிஹைடு, யூரியா ஃபார் மால்டிஹைடு, மெலமின் ஃபார்மால்டிஹைடு, பல் அசட்டால் போன்ற பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்க உதவுகிறது. மேலும் கேசின் பிளாஸ்டிக்கைக் கடினப்படுத்த ஃபார்மால்டிஹைடு துணை புரிகிறது.

அம்மோனியா: அம்மோனியா, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயுக் கலவை உயர் அழுத்தத்தில் வினைபுரிந்து யூரியாவாக (urea) மாற்றப்படுகிறது. இது யூரியா - ஃபார்மால்டிஹைடு பிசின் தயாரிக்க உதவும். மேலும் அம்மோனியாவிலிருந்து பல்வகை அமின்கள் (amines) தயாரிக்கலாம். குறிப்பாக அமின்கள், ஈபாக்சிப் பிசின்களைப் பக்குவப்படுத்த பேருதவி புரிகின்றன.

கல்கரி (coke): கல்கரியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் கால்சியம் கார்பைடு நீருடன் வினைபுரிந்து அசட்டிலீன் வாயுவைக் கொடுக்கும். அசட்டிலீனிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் வினைல் க்ளோரைடு, பல்வினைல் க்ளோரைடு பிளாஸ்டிக் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(3) இயற்கையில் கிடைக்கும் பொருள்கள்

செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்க இயற்கையில் கிடைக்கும் மூலப் பொருள்களில் ஒன்றான பஞ்சுமட்டுமே சிறந்த தாகும். பொதுவாகப் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்க, இயற்கையில் கிடைக்கும் மூலப் பொருள்களின் பயன் நாளுக்கு நாள் குறைந்து வருகிறது. அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை 7-ல் இயற்கையில் கிடைக்கும் மூலப் பொருள்களும், அவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் பல்வேறு பிளாஸ்டிக்குகளும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

வெப்பத்தினுல் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள் (Thermosets)

இளகவல்ல நெகிழிகளினின்றும் இவை தன்மைகளில் மாறுபடுவதற்கு இவ்விருவகை மூலக்கூறுகளின் அமைப்புகள் வேறுபடுவதே காரணமாகும். இளகவல்ல நெகிழி மூலக்கூறு களில் அடுத்தடுத்த சங்கிலித் தொடர்களிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகள் இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாக மிகவும் குறைந்த எண்ணிக்கையில் உள்ளன. இதனுல், இந்நெகிழிகளை அங்கே நீர்மங்களில் கலந்தால் கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் படம் 4-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஊடுருவி நெகிழியை எளிதில் கரைத்துவிடுகின்றது. இறுகவல்ல நெகிழி மூலக்கூறில் குறுக்குப்

அட்டவணை-7.

பஞ்சு (குட்டை இழைகள்), மரக்கூழ் (Wood pulp) → செல்லுலாய்டு, செல்லுலோஸ் அசட்டேட் போன்ற செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள்.

தானியக்கசடு (Corn waste) → ஃபர்ஃப்யூ ரால்டிஹைடு (Furfuraldehyde) → ஃபீனல்-ஃபர் ஃப்யூரால்டிஹைடு பிசின்.

தானியக்கசடு (Corn waste) → நைலான் 6.6.

பார்லி, கம்பு, உருளைக்கிழங்கு போன்ற விவசாயப் பொருள்கள் → ஈதைல் ஆல்கஹால் → எதிலீன் → பல் எதிலீன்

ஈதைல் ஆல்கஹால் → ப்யூட்டாடையீன் (Butadiene) → நீட்சி நெகிழி (Elastomer)

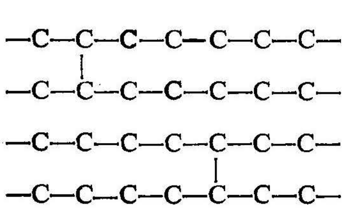
முந்திரிக் கொட்டையின் மேல் ஓட்டிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெய் → கார்டனல் (Cardenol நிறையுறுத ஆல்கஹால்) → ஃபீனல் ஃபார்மால்டிஹைடு ஒத்த கார்டனல்-ஃபார்மால் டிஹைடுப் பிசின்.

பசும் பால் → கேசின் புரதம் → கேசின் ப்ளாஸ்டிக்.

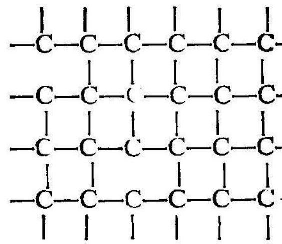
ஆமணக்கெண்ணெய் → அமினோ அண்டெகனோயிக் அமிலம் (amino undecanoic acid) → நைலான் 11.

லாக் (lac) எனும் பூச்சியிலிருந்து கிடைக்கும் பிசின் → அரக்கு (Shellac)

பிணைப்புகள் மிகுந்து காணப்படுவதால் கரைப்பான் மூலக் கூறுகள் ஊடுருவ முடியாமல் தடுத்து நிறுத்தப்படுகின்றன. இதனால்தான் இறுகவல்ல நெகிழிகள் நீர்மங்களில் கரைவதில்லை.



இளகவல்ல நெகிழி
(கரைப்பான் மூலக்கூறுகள்
எளிதில் ஊடுருவுகின்றன)



இறுகவல்ல நெகிழி
(கரைப்பான் மூலக்கூறுகள்
உட்புக முடியாது)

படம் 4.
நெகிழிகளின் கரைதிறன்

எந்த ஒரு பொருளையும் உருக்குவதற்கு வெப்ப ஆற்றல் செலவிடப்படுகிறது. இவ்வாற்றலின் அளவு உருக்கப்படும் மூலக்கூறின் கூட்டமைப்பையும் வடிவ வாய்பாட்டையும் (structural formula) பொறுத்தது. இளகவல்ல நெகிழிகளில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் அதிகமில்லாததால் அவற்றை உருக்கவும், மென்மையாக்கவும் குறைந்த வெப்பமே போதுமானது.

இறுகவல்ல நெகிழிகளில் வெப்பப்படுத்துகையில் பலபடியாக்கல் முழு அளவில் நடக்கிறது. அஃதாவது, சூடேற்றுகையில் தான் குறுக்குப் பிணைப்புகள் உருவாகின்றன. ஆகையால், சூடுபடுத்தும்போது இவை இளகுவதற்குப் பதிலாக இறுகுகின்றன.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து இவ்விரு வகை நெகிழிகளுக்கு மிடையே உள்ள அனைத்து வேறுபாடுகளுக்கும் குறுக்குப் பிணைப்புகளே காரணம் என்பது தெளிவாகிறது.

இறுகவல்ல நெகிழி தயாரிப்பில் முதல்படி இளகவல்ல நெகிழிகளே. ஒருபடி மூலக்கூறுகள் வினைபுரிந்தவுடன் கிடைக்கும் பிசின் மென்மையானது; கரையக்கூடியது; தன்மையில் இளகவல்ல நெகிழிகளையொத்தது. இதற்கு A-கட்டப் பிசின் என்பது பெயர். குறைந்த அளவு சூடுபடுத்தினாலோ, நிரப்பி

களைக் கலந்தாலோ இது சிறிது இறுகும். இந் நிலையில் பிசின் B-கட்டத்தை அடைந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. B-கட்டம் வந்தடைந்த பிசின் A-கட்டப் பிசின் நீர்மங்களில் கரைவது போன்று எளிதில் கரையாது; நீர்மங்களில் பருத்துப் பெருகும் (swells). B-கட்டப் பிசினைச் சூடேற்றினாலோ பக்குவமாக்கும் பொருள்களைக்—இவை குறுக்குப் பிணைப்புகளைக் கூடுதலாக விளைவித்துப் பலபடியாக்கலை முழுமை பெறச் செய்பவை—கலந்து சூடேற்றினாலோ உருக்க இயலாத, நீர்மங்களில் சிறிதும் கரையாத C-கட்டப் பிசின் கிடைக்கும். மூன்றாவது கட்டமான C-கட்டப் பிசின் வார்ப்பு அச்சிலேயே தயாரிக்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில், இதுதான் இறுதிக் கட்டம். C-கட்டத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்ட பிசினை மீண்டும் உருக்கவோ இளக வைக்கவோ இயலாது. குறுக்குப் பிணைப்புகள் அந்த அளவிற்குப் பெருகிவிடும். இதனால் நெகிழி தயாரிப்போர் பிசினை A-கட்டம் அல்லது B-கட்டப் பிசினாக வாங்கி வைத்து வார்ப்பு அச்சில் பக்குவமாக்குவர். இம் மூன்று கட்டங்களில் எந்த ஒரு கட்டத்திலும் பிசினுக்குச் சில தனி பயன்கள் உண்டு.

பக்குவமாக்கல் (Curing)

பொதுவாக இறுகவல்ல நெகிழிகளாலான வார்ப்படங்கள் (moulds) பலபடியாக்கல் அரைகுறையாக நிகழ்ந்த நிலையிலேயே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது முற்றிலும் தவிர்க்க முடியாத குறை. ஏனெனில், பிசின் இறுகத் துவங்கும்போது, பலபடியாக்கல் தீவிரமாக நடப்பதுபோல் பின்பு நடப்பதில்லை. தவிர, ஒரே வார்ப்படத்தில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் பலபடியாக்கல் வெவ்வேறு நிலைகளை அடைந்திருக்கக் கூடும். அஃதாவது, ஒரு பகுதி C-கட்டத்திலும், மற்றொரு பகுதி B-கட்டத்திலுமாக இருக்கலாம். அசிட்டோன் எனும் நீர்மத்தில் எவ்வளவு சதவீதம் கரைகிறது என்பதைச் சோதித்தால், வார்ப்பின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் பக்குவமாக்கல் எம்மட்டிலுள்ளது என்பதை அறியலாம் (இம்முறை எல்லா பிசின்களுக்கும் பொருந்தாது). பக்குவம் சீராக அமையவில்லையெனில், வார்ப்பில் விரிசல்கள் தோன்றக்கூடும். இறுகவல்ல நெகிழி தயாரிப்பில் பக்குவமாக்கல் எவ்வளவு முக்கியமானது என்பதை வலியுறுத்தவே இதைக் கூறியுள்ளோம்.

இறுகவல்ல நெகிழிகள் யாவும் இணைப்பலபடிகளே (சிலிக்கோனை இதற்கு விதிவிலக்காகக் கருதலாம்).

முக்கியமான சில இறுகவல்ல நெகிழிகளாவன :

1. ஃபீனலிக்குகள்
2. அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள்
3. பல் எஸ்டர்கள்
4. ஈபாக்சி பிசின்கள்
5. சிலிக்கோன்கள்
6. பல் யூரித்தேன்கள்.

இவை ஒவ்வொன்றிலும் பலவகைகள் அடங்கியுள்ளன.

5. ஃபீனலிக்குகள்

(PHENOLICS)

இறுகவல்ல நெகிழிகளிலேயே ஃபீனலிக்குகள் தாம் தொன்மை வாய்ந்தவை. இவை ஃபீனலும் ஃபார்மால்டிஹைடும் வினைப்படுவதால் விளைபவை. லியோ பேக்லண்ட் (Leo Bakeland) என்பாரும், ஜேம்ஸ் ஸ்வின்பேர்ன் (James Swinburne) என்பாரும் தனித்தனியே ஒருவருக்கொருவர் தொடர்பில்லாமல் மேற்கண்ட நெகிழியை உருவாக்கியதாக வரலாறு கூறுகிறது. பேடண்ட் பட்டய மனுவைத் தாக்கல் செய்வதில் ஸ்வின்பேர்ன் ஒருநாள் பின் தங்கிவிட்டார். பேக்லண்டின் மனு அங்கீகரிக்கப்பட்டு இந் நெகிழிக்கு அவரைப் பெருமைப்படுத்தும் முறையில் பேக்லைட் (Bakelite) எனப் பெயரிட்டு வழங்கலாயினர்.

ஃபீனலும் ஃபார்மால்டிஹைடும் கலந்த நீர்மத்தைச் சிறிதே சூடேற்றினால் இவை வினைபுரிந்து பாகுத்தன்மை மிகுந்த பிசின் ஒன்றை அளிக்கின்றன. இந்தப் பிசின் குளிர்விக்கப்பட்ட நிலையில் அங்கக நீர்மங்களில் கரையக் கூடியது; மென்மையானது. இதற்கு A-stage பிசின் என்பது பெயர் என்று முன்பே கூறப்பட்டுள்ளது. இந் நிலையில் இம் மூலக்கூறுகள் யாவும் சிறிய சங்கிலிகளே. அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகளும் குறைந்த எண்ணிக்கையிலானவை. இப் பிசின், தன்மையில் இளகவல்ல நெகிழிகளை ஒத்தது. குறுக்குப் பிணைப்புகள் குறைவாகவும் சங்கிலிகள் சிறியனவாகவும் உள்ளதால், பிசினின் வலுவும் மிகக் குறைவு.

மேற்கண்ட நிலையிலிருந்து மேலும் சூடேற்றினால் பிசின் B-கட்டத்தை நோக்கி விரைகிறது. மேன்மேலும் மெள்ளமாக வெப்பத்தை அதிகரித்தால் பிசின் படிப்படியாக இறுகி இளகவும்

கரையவும் இயலாத C-கட்டத்தை அடையும். இதுதான் உண்மையான இறுகவல்ல நெகிழி. A-கட்டத்திலிருந்து C-கட்டம் வந்தடையும் வரை வெப்பநிலை 110°C—140°C வரம்பிற்குள் இருத்தல்வேண்டும். 160°C வெப்பத்தில் இம் மாறுதல் மூன்று நிமிடங்களுக்குள் நிகழ்ந்து முடிந்துவிடும். அதற்குமேல் நீடித்தால் பயனற்ற பிசின்தான் கிடைக்கும்.

C-நிலைப்பிசினின் சங்கிலிகள் மிகவும் நீளமாக இருப்பதுடன் குறுக்குப் பிணைப்புகளும் எண்ணிறந்தவையாய் இருக்கின்றன. பிசினின் வலு இப்பொழுது கணிசமாக உயர்ந்துவிடுகிறது. இது பிசினின் மூலக்கூறு எடை அதிகரித்துள்ளதையும், இவற்றிற்கெல்லாம் அடிப்படையான பலபடியாக்கல் அதிக அளவில் நிகழ்ந்திருப்பதையும் காட்டுகிறது.

மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது பிசின் தயாரிப்பின் அடிப்படைக் கொள்கையே தவிர வழிமுறை அல்ல. பயன்படுத்தத்தக்க பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பிற்கு வினைவேக மாற்றிகள் (Catalysts) அவசியமாகின்றன. வினைவேக மாற்றியின் அமிலம் அல்லது காரத்தன்மை தயாரிக்கப்பட்ட பிசினின் தன்மைகளையும், பயன்களையும், தோற்றத்தையும் எந்த அளவுக்குப் பாதிக்கிறது என்பதை ஃபீனுலிக் பிசின் தயாரிப்பில் காணப் போகிறோம்.

பிசின் தயாரிப்பு (ஆய்வுக்கூட அளவில்)

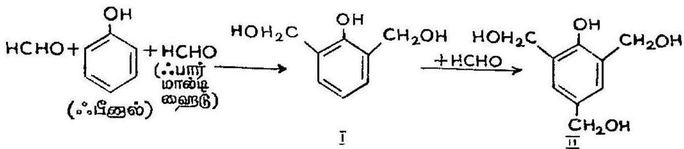
நிறுக்கப்பட்ட இரு மூலப்பொருள்களையும் தகுந்த வினையூக்கியுடன் கலந்து சூடேற்றுவதுதான் பிசின் தயாரிப்பில் முதல் படியாயினும், வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்துதல், கலவைப் பொருள்களைச் சேர்த்து வலுவூட்டுதல், தூளாக்குதல், மற்றும் பக்குவமாக்கல் போன்றவையும் எந்தப் பிசின் தயாரிப்பிலும் இன்றியமையாத அம்சங்களாகும்.

வினையின் போக்கு

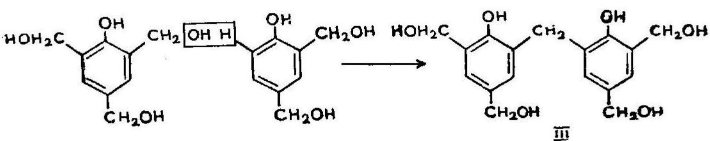
முதலில் ஃபீனுலும் ஃபார்மால்டிஹைடும் இணைந்து ஃபீனுல் ஆல்கஹால் எனும் பொருளைத் தருகின்றன. இதற்குப் பிறகு வினைவுகள் வினையூக்கியின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைகின்றன.

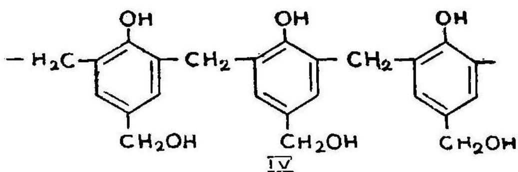
ஃபீனுல்: ஃபார்மால்டிஹைடு கிராம் மூலக்கூறு எடை விகிதம் (molar ratio) ஒன்றுக்குக் குறைவாக இருந்து [அஃதாவது ஒரு

மோல் ஃபார்மால்டிஹைடை (30 கிராம்)[1] ஒரு மோலுக்குக் குறைந்த அளவு ஃபீனலுடன் (94 கிராம்)[2] வினைப்படுத்தினால்] காரங்களை (எரிகாரம் அல்லது அம்மோனியா) வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுத்தியிருப்பின் ரெசோல் (Resol) எனப்படும் A-கட்ட பிசின் கிடைக்கும்.



I, II இரண்டும் ஃபீனல் ஆல்கஹால்கள்





III அண்டை ஃபீனல் மூலக்கூறுகளுடன் வினைப்பட கிடைக்கும் ரெசோல் சங்கிலியின் தோற்றம் IV.

ரேசோல் மூலக்கூறுகளில் மெதிலால் (methylol) எனும் —CH_2OH— வேதியியற்றிறன்மிக்க தொகுதிகள் இருப்பதால் இவை மேலும் இணைந்து சிறிது அதிக வெப்பநிலையில் பெரிய மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கின்றன. வெப்பநிலையை மெல்ல உயர்த்திக்கொண்டே போவதால்மட்டுமே பலபடியாக்கலைத் தொடர்ச்சியாக இறுதிக் கட்டம்வரை கொண்டு சேர்க்கலாம். ஆதலால் இவற்றிற்கு ஒருகட்டப் பிசின் (one - stage resins) என்பது பெயர்.

[1] பார்மால்டிஹைடின் மூலக்கூறு எடை 30.

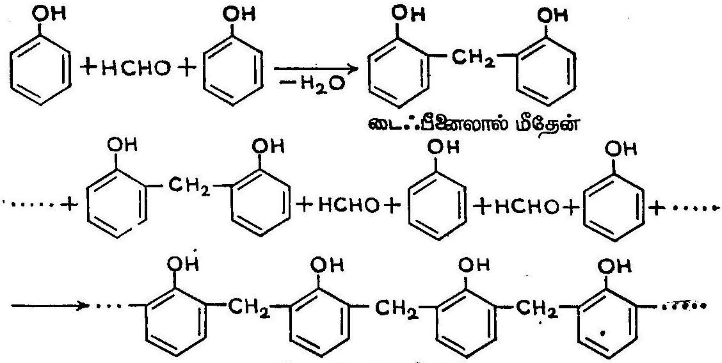
[2] ஃபீனலின் மூலக்கூறு எடை 94.

ஃபீனல்: ஃபார்மால்டிஹைடு மோலார் விகிதம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கலவையில் (அஃதாவது, ஒவ்வொரு 30 கிராம் ஃபார்மால்டிஹைடுக்கும் 94 கிராமுக்கு மேற்பட்ட எடையில் ஃபீனல் பயன்படுத்தப்பட்டிருப்பின் அமில வினைவேக மாற்றிகளின் — ஹைட்ரோக்ளோரிக், சல்ஃப்யூரிக், ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலங்கள் பயன்படுகின்றன—முன்னிலையில் வினை நிகழ்ந்தால் மேற்கண்டவற்றினின்றும் முற்றிலும் மாறுபட்ட விளைவுகள் ஏற்படும். ஃபீனல் ஆல்கஹால் மூலக்கூறுகள் வினைபுரிந்து டைஃபீனலால் மீதேன் (diphenylol methane) என்ற வேதியியற் றிறன் குறைந்த மூலக்கூறுகள் கிடைக்கின்றன. அமில வினைவேக மாற்றியைக்கொண்டு தயாரிக்கப்படும் பிசினுக்கு நோவோலாக் (novolak) எனப் பெயர்.

ரெசோலைச் சூடுபடுத்தினலோ அமிலத்துடன் வினைப் படுத்தினலோ பக்குவமடைந்த நெகிழிகளை எளிதில் தயாரிக்கலாம். ஆனல், நோவோலாக் பக்குவமாவதற்குக் காரவினையூக்கிகளுடன் கடினப்படுத்தக்கூடிய பொருள்களையும் (hardening agents) கலந்து சூடேற்றவேண்டும். இந்தப் பக்குவமாக்கும் வினையூக்கிகளுக்குப் பலபடியாக்கலைத் தீவிரமாக்குவதே வேலை. இவை வெப்பத்தில் ஃபார்மால்டிஹைடை விடுவிக்கக்கூடிய மூலக்கூறுகளைக் கொண்டவையாய் இருக்கும். இவ்வகைப் பொருள்களில் ஹெக்சாமின் (hexamine) அல்லது சுருக்கமாக ஹெக்சா (hexa) என்று வழங்கப்படும் பொருள்தான் சிறந்தது. பாராஃபார்ம் (paraform or paraformaldehyde) எனும் ஃபார்மால்டிஹைடின் திட வடிவம்கொண்ட பலபடியும் இவ்வகையில் பயனுகிறது. இப்பொருள் வார்ப்பு அச்சில் பிசினைச் செலுத்துமுன்பு கலக்கப்படுகிறது. பிசின் வார்ப்பில் இருக்கையில் இவை வெப்பத்தால் (140°C-ல்) வெளிவிடும் ஃபார்மால்டிஹைடு நோவோலாக் சங்கிலிகளுக்கிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் பூர்த்தி செய்துவிடுகின்றன. இந் நிலையில் மூலக்கூறுகளின் தோற்றம் V-ல் உள்ளது போன்று இருக்கும்.

நோவோலாக் தயாரிப்பில் பலபடியாக்கல் பக்குவ வினையூக்கியைச் (curing catalyst) சேர்ப்பதற்கு முன்பும் பின்புமான இரு கட்டங்களில் நிகழ்வதால் இதற்கு இருகட்டப் பிசின் (two - stage resin) என்பது பெயர். ஃபீனலிக் பிசின உற்பத்தியில் 80 சத விகிதம் இருகட்ட முறை மூலமே செயல்படுகிறது.

ரெசோலைப் பக்குவமாக்க ஹெக்சாவோ ஃபார்மால்டிஹைடோ சேர்க்கத் தேவையில்லை. ஏனெனில், ரெசோல் தயாரிப்பிலேயே ஃபார்மால்டிஹைடு அதிக அளவில் சேர்க்கப்



நோவோலாக் V

படுகிறது. ரெசோல் தயாரிப்பில் ஃபார்மால்டிஹைடு கூடுதலாகவும், நோவோலாக் தயாரிப்பில் ஃபீனால் கூடுதலாகவும் பயனாகிறது என்பதை நினைவில் கொள்ளவேண்டும்.

நோவோலாக்கும் ரெசோலும்

இருகட்டப் பிசின் தயாரிப்பில் ஹெக்சா பயனாகிறது அல்லவா? அது வெப்பத்தில் வெளிவிடும் ஃபார்மால்டிஹைடு பிசினின் பக்குவத்திற்கு உதவுகிறது. ஹெக்சா சிதைவுறுகையில் வெளியாகும் மற்றொரு பொருள் அம்மோனியா. இது பக்குவ வினையூக்கியாகப் பயன்படுவதுடன் பிசினிலேயே தங்கிவிடுகிறது. பிசினைவிட்டு எந்தக் கட்டத்திலும் முழுமையாக வெளியேறுவதில்லை. சில அமைப்புகளில் (முக்கியமாக மின்சாதனங்களில்) பயன்படுகையில் இஃது அரிமானத்திற்கு (corrosion of metal inserts) மூல காரணமாகிறது. ஆனால், இருகட்ட பிசின் நீடித்து உழைக்கிறது. வினையூக்கி, நிரப்பி முதலியவை நன்கு சீராகக் கலக்கப்படுவதற்கு இருகட்டப் பிசினே ஏற்றது. பக்குவமும் விரைவில் நடக்கிறது.

ஒரு கட்டப் பிசினில் வெளியாகும் நீர் தங்கிவிடுகிறது. அதை முழுமையாக நீக்க முடியாது. இதனால் பிசினின் மின்னியல் தன்மைகள் (electrical properties) பெரிதும் பாதிக்கப் படுகின்றன ஒரு கட்டப் பிசினில் ஃபார்மால்டிஹைடு கூடுதலாக இருப்பதால் வார்ப்பு அச்சில் செலுத்துவதற்கு முன் பகுதிப் பக்குவமடைந்து விடுகிறது. இதனால், இப் பிசினை ஓர் ஆண்டிற்கு மேல் பயன்படுத்தாமல் வைத்திருக்க முடியாது.

பக்குவம் தொடக்க காலத்தில் விரைவாகவும் நாள்பட நாள்பட மிகவும் மெல்லவும் நடக்கிறது என்று முன்பே கூறியுள்ளோம். இதனால், முழுமையாக உருவாக்கப்பட்ட இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக் (இஃது எந்தப் பிசினில் வார்க்கப்பட்டிருந்தாலும்) பல ஆண்டுகளுக்குச் சுருங்கிக் கொண்டே இருக்கும் ஃபீனலிக்குகளில் இந்த உழைக்கும்போது நிகழும் சுருக்கம் (shrinkage during the service life) மிகக் குறைவானது. இதனுள்ளும் ஒரு கட்ட பிசினில் ஏற்படும் சுருக்கம் இரு கட்ட பிசினில் ஏற்படும் சுருக்கத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கேயாகும்.

அட்டவணை-8

(இருவகை ஃபீனலிக்குகள்)

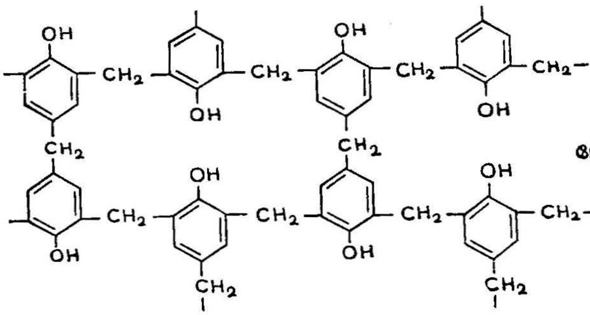
வரிசை எண்	ஃபீனல் ஃபார்மால்டிஹைடு விகிதம் (மோலார்)	வினைவேகமாற்றி	விளைவாகும் பிசின்
1.	<1	காரம்	ரெசோல்
2.	>1	அமிலம்	நோவோலேக்

அட்டவணை 8-ல் காணும் முதல் கலவையில் அமிலத்தை வினைவேகமாற்றியாகப் பயன்படுத்தியிருந்தால் வினையைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. விரைவாகவும் சிக்கல் நிறைந்ததாகவும் வினை நடக்கும். கிடைக்கும் பொருள் கரையாது; இளகாது; வார்ப்புத்தூள் தயாரிப்பிற்குப் பயனற்றது.

அட்டவணை 8-ல் காணும் இரண்டாவது கலவையில் காரத்தை வினைவேகமாற்றியாகப் பயன்படுத்தினால் ஃபீனலில் கரைந்த ரெசோல் கிடைக்கும். இதைச் சூடேற்றினால் நோவோலாக் கிடைக்கும்.

ரெசோலாகயிருந்தாலும், நோவோலாக்காக இருந்தாலும் பக்குவம் முற்றுப் பெற்றபின் கிடைக்கும் பிசினில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் இடம் பெறுவதுடன் தோற்றம் கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரி இருக்கும்.

பக்குவம் முதிர்ந்த நிலையில் பிசினின் தோற்றம் :



பேக்லைட்

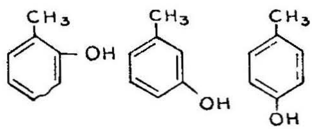
இச் சங்கிலியில் ஒற்றைப்படைக் கண்ணிகள் ஒருவகை யாகவும். இரட்டைப் படைக் கண்ணிகள் மற்றொரு வகையாகவும் இருக்கின்றன. ஒரு கண்ணி மேல் சங்கிலியை இணைக்கவும். அடுத்த கண்ணி கீழ்ச் சங்கிலியை இணைக்கவும் பயன் படுகின்றன.

ஃபீனலிக்குகளில் வேறு ரகங்கள்

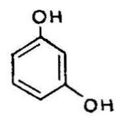
மூலப்பொருள்கள் தேர்வில் சிறிது மாற்றம் செய்து மேலும் உறுதியான ஆனல் மலிவான பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம். ஃபார்மால்டிஹைடுக்குப் பதிலாக ஃபர்ஃப்யூரல் (furfural) (இது சில தானியங்களின் உமி, வைக்கோல் ஆகியவற்றினின்றும் பிரித்து எடுக்கக்கூடியது) பயன்படுத்தப்பட்டால் உருவாகும் நெகிழி எளிதில் நொறுங்காது. வினைத்திறன் மிக்க சேர்மங்கள் இதைப் பாதிக்கமாட்டா. பொதுவாக இப் பிசினைப் பேக்லைட் பிசினுடன் கலந்து பக்குவப்படுத்தலாம். அதிக அளவில் நிரப்பிகளைச் சேர்க்க இப் பிசின் இடம் கொடுக்கிறது. இதனுல் உருவான நெகிழியின் அடக்க விலை குறைகிறது.

ஃபார்மால்டிஹைடைத்தான் மாற்றவேண்டும் என்பதில்லை. ஃபீனலுக்குப் பதிலாக அதே வகையைச் சார்ந்த க்ரெசால்களைப்

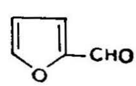
(cresols) பயன்படுத்தலாம். க்ரெசால்கள், ஃபீனால்களைப் போன்றே கரித்தாரைச் சிதைத்து வடிப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் பொருள்கள். ரிசார்சினால் (resorcinol) எனும் ஃபீனாலைப் பயன் படுத்தினால் வினை துரிதமாக நடக்கும். ரிசார்சினாலை இரு கட்ட முறைக்குட்படுத்தினால் கிடைக்கும் நோவோலாக், ஃபீனாலிருந்து கிடைக்கும் நோவோலாக்கைவிட குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே பக்குவமடைந்துவிடும். கார்டனால் (cardanol) (முந்திரி ஓட்டினின்றும் கிடைக்கும் எண்ணெயில் உள்ளது) எனும் ஃபீனாலைக் கொண்டும் பிசின் தயாரிக்கலாம். ஆனால், அது வலுக் குறைவானது.



மூன்றுவித க்ரெசால்கள்



ரிசார்சினால்

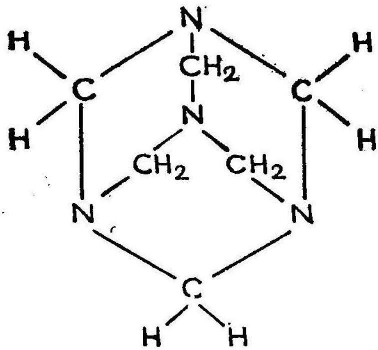


ஃபர்ஃப்யூரல்

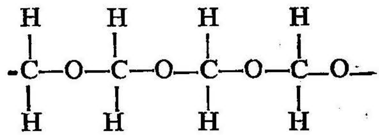
நெகிழி தயாரிக்கும் முறை (தொழிற்கூட அளவில்)

பிசின் தயாராகும் கலம் கறைபடா எஃகினால் (stainless steel) ஆனது. இதற்குப் பிசின் கெட்டில் (resin kettle) என்பது பெயர் (படம்-5). மூலப் பொருள்களையும் வினையூக்கியையும் புனல்வழி செலுத்திக் கெட்டிலைச் சூடுபடுத்தினால், சிறிது நேரத்தில் குமிழிகள் வெளிவரத் தொடங்கும். இவ்வினையில் வெப்பம் வெளிவிடப்படுவதால் (exothermic reaction) வெப்பநிலை விரைவாக ஏறும். வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துதல் இதனால் அவசியமாகிறது. இதற்காகக் குளிர்ந்த நீர் செலுத்திய குளிர்விப்பான்கள் (condensers) தேவைப்படுகின்றன. வெப்பத்தைக் கட்டுக்குள் வைத்திராவிடில் நெகிழிக்கு உதவாத பிசின்கள் உண்டாகும். சுமார் ஒரு மணி நேரத்தில் கலத்தில் உள்ள கலவை திடீரென கலங்கிய குழம்பாகிறது. பிறகு, சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் அங்கக நீர்மம் ஒன்று நீரிலிருந்து பிரிந்து தனியாக நிற்பது தெரியும். நீரை வெற்றிட வகுத்துப் பகுத்தல் (vacumm distillation) மூலம் வெளியேற்ற வேண்டும். நீரைப் பிரிக்குமுன் பிசினை நன்றாகக் கழுவுதல் அவசியம். இல்லையெனில் வினையூக்கி பிசினுடன் தங்கிவிடும். அமில வினைக்கிகளையும், மென்மையான கார வினையூக்கிகளையும் முறையே வீரியமற்ற காரங்களையும், அங்கக அமிலங்களையும் பயன்படுத்திக் கழுவலாம். அமில வினையூக்கிகள்

பிசினின் மின்னணுவியல் தன்மைகளை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன.



அறுமெதிலீன் நாலமின்



பாரா ஃபார்மால் டிஹைடு

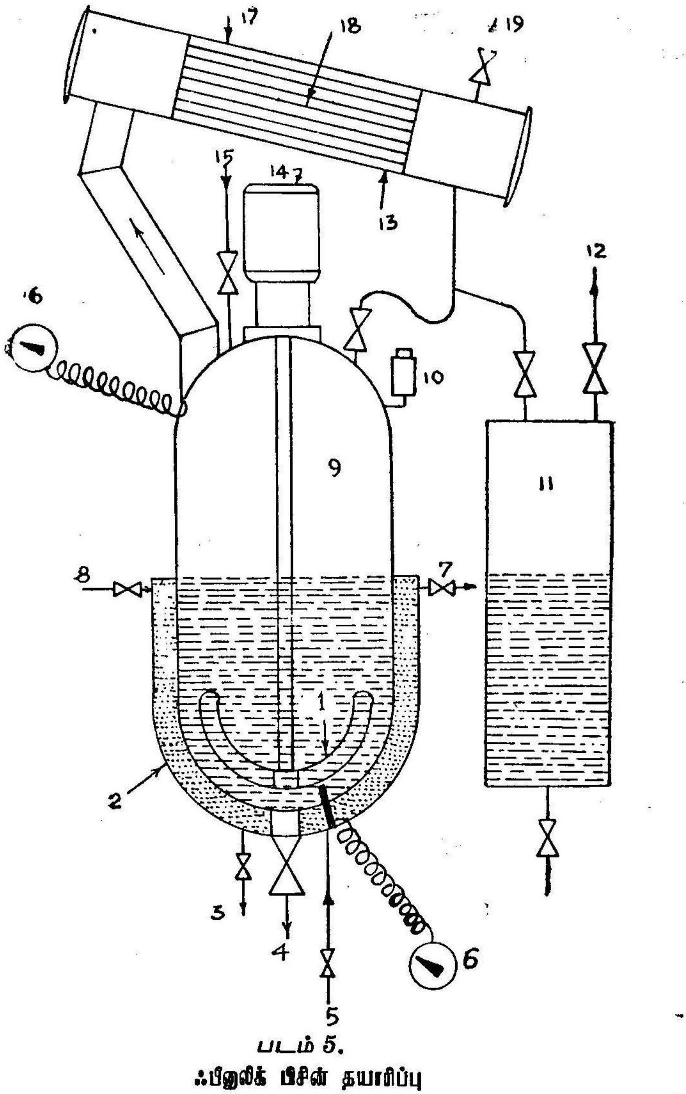
காரவினையூக்கியின் மூலம் ஒரே கட்டத்தில் (one stage) பிசின் தயாரிக்கும் முறை தற்பொழுது கிட்டத்தட்ட கைவிடப் பட்டுவிட்டது. ஏனெனில், இந்த முறையில் அளவுக்குமீறிய சூட்டைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. அளவுக்குமீறிய வெப்பம் பிசினை வினைநிகழும் கெட்டிலிலே கெட்டிப்படுத்தி இறுக்கி விடுகிறது. எனவே, கெட்டிலிலிருந்து பிசினை வெளியே எடுக்க இயலாமல் போகிறது.

அமில வினையூக்கியின் மூலம் கிடைக்கும் நோவோலாக் பிசின் இறுகுவதற்குச் சூடு மட்டும் போதாது; பக்குவ வினையூக்கிகளும் தேவை. ஆகையால், நோவோலாக் கெட்டிலிலேயே இறுகும் அபாயம் இல்லை:

கெட்டிலில் வினை எந்த அளவுக்கு நிகழ்ந்துள்ளது என்பதை உருவாகியுள்ள பொருளின் பாகுத்தன்மை (viscosity) யிலிருந்து அறியலாம். தக்க பாகுத்தன்மை வந்தவுடன் கெட்டிலில் உள்ள நீர்மத்தை அகன்ற தட்டுகளில் ஊற்ற வேண்டும்.

வார்ப்புத்தூள் (Moulding powder)

அடுத்த கட்டம் இறுதிக் கட்டம். பிசின் பிளாஸ்டிக் ஆவது இங்குதான். ஃபீனலிக் பிளாஸ்டிக்குகளைப் பல வடிவங்களில் தயாரிக்கலாம். அவற்றுள் ஒன்று வார்ப்படம்.



படம் 5.

ஃபீனலிக் பிசின் தயாரிப்பு

1. கலக்கி, 2. கொதி நீராவி, 3. வடி நீர்மம் (Condensate), 4. பிசின் வெளியேறும் வழி, 5. நீர் உட்புகும் வழி, 6 வெப்பநிலைக் காட்டி, 7. நீர், வெளியேறும் வழி. 8. கொதி நீராவி, 9 கலன், 10 வெற்றிட ஒருவழிக் கதவு, 11. வடிநீர்மத் தொட்டி, 12. வெற்றிட பம்புக்கு வழி. 13. நீர் உட்புகும் வழி 14 மோட்டார், 15. வினைபடு பொருள்கள் செலுத்தும் வழி, 16. அழுத்தமானி, 17. நீர் வெளியேறும் வழி, 18. குளிர்விப்பான் 19. வாயுக்கள் வெளியேறும் வழி.

ஆறிய நோவோலாக் பிசினைத் தூளாக்கி, கீழ்க்கண்ட பொருள்களைக் கலக்க வேண்டும்.

(1) பக்குவப்படுத்தும் வினையூக்கி: இதற்கு ஹெக்சா பயனாகிறது.

(2) நிரப்பிகள்: பிசின் கலவையின் எடையில் பாதி நிரப்பியைக் கொண்டது. நிரப்பி பிசினுக்கு வலுவூட்டுவதுடன் விலையைக் குறைக்க உதவுகிறது. இதுதவிர, பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு நிரப்பிகளில் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனித்தன்மையைப் பிசினுக்கு அளிக்கின்றன.

அட்டவணை-9

(நிரப்பிகள்)

வரிசை எண்	நிரப்பி	சிறப்பியல்பு அல்லது தனித்தன்மை
1.	அபிரகம் (mica)	மின்னியல் தன்மைகளில் முன்னேற்றம்
2.	கிழிந்த துணி (chopped fabric)	அதிர்ச்சி தாங்கும் ஆற்றல்
3.	சுத்தமான மணல் (silica)	நீர்புகவொட்டா இயல்பு
4.	கல்நார் (asbestos)	வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல்
5.	கண்ணாடி	பரிமாணப் பாதுகாப்பு
6.	நைலான்	பரிமாணப் பாதுகாப்பும், வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலும்

(3) வார்ப்பு அச்சிலிருந்து வார்ப்பை எளிதில் விடுவிக்க உதவும் உயவுப் பொருள்கள் (Mould releasing lubricants): துத்தநாக ஸ்டியரேட் இதற்குப் பயனாகிறது.

(4) நிறப்பொருள்கள் : பிசின் கலவை தயாராகும்பொழுதே நீராவியால் சூடேற்றினல் பிசின் சிறிது பக்குவமடைகிறது. இறுதிப் பக்குவம் வார்ப்பு அச்சில் நிகழ்கிறது. ஃபீனலிக் இறுதிப் பக்குவமடைய மிகுந்த அழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. ஏனெனில், பக்குவம் நடைபெறுகையில் ஆவி நிறைய வெளியேறுகிறது. மற்ற இறுகவல்ல நெகிழிகளைப்போன்ற ஃபீனலிக்குகளும் அழுத்த வார்த்தல் (compression moulding) முறைமூலம் வடிவமைப்பு பெறுகின்றது. இம் முறையைப்பற்றி 21ஆம் அத்தியாயத்தில் விளக்கமாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

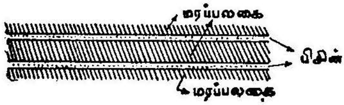
தகடாக்கப்படும் பிசின் (Laminated resin)

இதற்கு ரெசோல் பயன்படுகிறது. சூடான ரெசோலை நீர்மத்தில் கரைத்து, அக் கரைசலில் காகிதம, மெல்லிய துணி, கல்நார் கண்ணடி இழையினல் பின்னப்பட்ட வலை (web) இவற்றுள் (தேவையைப் பொறுத்து) ஏதுவாகிலும் ஒன்றைத் தோய்த்து எடுத்தால் வலையின் இருபக்கங்களிலும் இடைவெளி களில் பிசின் படர்ந்துவிடும். இவ்வாறு நனைக்கப்பட்ட ஏடுகளை ஒன்றன்மீது ஒன்ருக அடுக்கி வைத்து, அடுக்கின்மீது உயர் வெப்பநிலையில் அழுத்தம் கொடுத்தால் பிசின் பக்குவம் அடைந்து அடுத்தடுத்த ஏடுகளுக்கிடையில் இணைப்பை ஏற்படுத்தி அடுக்கைத் தகடாக்கி விடுகிறது. இப்பலகைக்கு ஃபீனலிக் தகடு (phenolic laminate) என்பது பெயர். கண்ணடி கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட ஃபீனலிக் தகடு வானிலை மாற்றங் களுக்கு ஈடு கொடுக்கிறது.

ஒட்டுவிப்பிகள் (Adhesives)

ரெசோலில் தோய்த்து எடுக்கப்பட்ட மெல்லிய காகிதத்தை இரு மெல்லிய மரப் பலகைகளுக்கிடையில் கொடுத்துச் சூட்டுடன் அழுத்தினல் இரு பலகைகளிலுமுள்ள நுண்ணிய துளைகளில் உருகிய நிலையில் பிசின் சென்று இரு பலகைகளையும் நன்கு இணைக்கிறது. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படுவதுதான் ப்ளைவுட் (plywood) எனப்படும் ஒட்டுப்பலகை. இதைக் காகிதமில்லா மலும் தயாரிக்கலாம். ஒவ்வொரு பலகையிலும் ஒரு பக்கத்தில் பிசினைப் பூசி (அல்லது பிசினில் நனைத்து) இரு பலகைகளையும் பிசினேற்றப்பட்ட பக்கங்களை ஒன்ருேடொன்று சேருமாறு அடுக்கி அழுத்தம் கொடுக்கவேண்டும். தேவையான வெப்பநிலை 150°C. ப்ளைவுட் தயாரிப்பில் மூன்று பலகைகள் கொண்ட அடுக்குப் பயன்படுத்தப்படுவது வழக்கம். நடுப்பலகையின் இரு புறங்களிலும் பிசின் பூசப்படும்.

ஒட்டுப்பலகை தயாரிப்பில் ரிசார்சினால், — ஃபார்மால்டிஹைல்டு பிசின் சிறந்து விளங்குகிறது. ஏனெனில், இஃது அறை வெப்பத்திலேயே பக்குவம் அடைகின்றது. ஃபீனாலிக் ஒட்டுவிப்பிகள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு பாலிலுள்ள கேசீன் (caesin) எனும் புரதத்தைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட ஒட்டுவிப்பிகள் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன.



படம். 6 :
ஒட்டுப்பலகை தயாரிப்பு.

பூச்சுகள் (Coatings)

பெயிண்ட், வார்னீஷ் தயாரிப்புகளுக்குப் பயன்படும் ஆளிவிதை எண்ணெயில் ஃபீனாலிக்குகள் கரைவதில்லை. ஆளிவிதை எண்ணெயுடன் பிசின் கலந்துவிடக்கூடிய ஃபீனாலிக்குகளைத் தயாரிக்கலாம். நோவோலாக் பிசினில் பாரா (para) இருக்கை நீளமான (அமிலத் தொகுதியால்) அடைபட்டிருந்தால் அதற்குத் திருத்தப்பட்ட ஃபீனாலிக் என்பது பெயர். இஃது உலர் எண்ணெயில் (drying oil) கரையும் அல்லது நன்கு கலந்து செயல்படும். ஆர்தோ (ortho) இருக்கைகள் அடைபட்டிருந்தாலும் போதுமானது. ஆனால், இதைக் கொண்டு தயாராகும் பூச்சுகள் நாளடைவில் பழுப்பு நிறத்தையோ வெளிர் மஞ்சள் நிறத்தையோ ஏற்றுக் கொண்டு விடுகின்றன. பாரா இருக்கை அடைபட்டால் இது நேராது.

ஃபீனாலிக்கிலுள்ள மீத்தைலால் ($-CH_2OH$) தொகுதிகளை ப்யூட்டைல் ஆல்கஹாலுடன் வினைப்படுத்தித் திருத்தினால் அப் பிசினை ஈபாக்சி பிசினுடன் கலந்து உபயோகிப்பது எளிதாகின்றது. ஃபீனாலிக் பூச்சு நீராற் சிறைவுறாது. ஆனால், அங்கக நீர்மங்கள் சிறிது மென்மையூட்டுகின்றன.

ஊற்றி வார்க்கப்பட்ட பிசின் (Castings)

ரெசோலைக் க்ளிசரினுடன் கலந்து ஊற்றி வார்க்கலாம். பக்குவம் நடைபெறுகையில் வெளியாகும் நீரை உறிஞ்சுவதற்குக் க்ளிசரின் உதவும். பிசினை மென்மையாக்கி விரிசல்களற்ற வார்ப்புக் கிடைப்பதற்கும் க்ளிசரின் பயன்படுகிறது.

பிசினின் தன்மைகள்

ஃபீனலிக்குகள் ஒளியால் பாதிக்கப்படும் விதத்தில் மற்ற பிசின்களினின்றும் மாறுபடுகின்றன. இவற்றை வண்ணமற்ற நிலையிலோ, வெண்மை நிறத்திலோ, வெளிர் நிறங்களிளோ தயாரிக்க இயலாது. ஃபீனலையும் அதையொத்த மூலக்கூறுகளையும் ஒளிபடும்படி வைத்திருந்தால் பழுப்பாக மாறுகின்றன. ஆகையால் ஃபீனலிக்குகளைக் கறுப்பு, கருஞ்சிவப்பு, பழுப்பு நிறம் போன்ற ஆழ்ந்த வண்ணங்களில்தான் தயாரிக்க முடியும். ஃபீனலிக்குகள் புறஊதாக் கதிரினல் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பது இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது.

பிசின் திண்மமாகவோ நீர்மமாகவோ இருப்பது ஃபீனல் ஃபார்மால்டிஹைடு விகிதத்தையும், வினையூக்கியின் அமிலம் அல்லது காரத்தன்மையையும் பொறுத்தது. பொதுவாக நோவோலாக்குகள் திண்மங்களாகவும், ரெசோல்கள் நீர்மங்களாகவும் இருக்கின்றன.

பிசினின் இயற்பியல் தன்மைகள் நிரப்பிகளின் அளவையும் தன்மையையும் பொறுத்து மாறுபடுவதால், எந்த ஒரு தன்மையையும் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாது. பக்குவப்பட்ட பிசின் நீர்மங்கள், அமிலங்கள், காரங்கள், எண்ணெய்கள் ஆகியவற்றில் கரையாது. ஆனல், பருத்துப் பூரிக்கும் தகுந்த நிரப்பிகளைச் சேர்த்து எப்பொருளாலும் பாதிக்கப்படாத பிசினைத் தயாரிக்கலாம். ஃபீனலிக்கின் வெப்பம் கடத்தும் திறன்மிகக் குறைவாயுள்ளது. தட்பவெப்ப நிலையால் தன்மை மாருத பிசின்களில் இதுவும் ஒன்று. துணி நிரப்பப்பட்ட பிசின் எளிதில் நொறுங்காது எனக் கண்டோம். ஆனல், உயர் வெப்பநிலைகளில் இது பொய்த்துவிடுகிறது. ஃபீனலிக்குகளில் மின்முனைவுள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இடம் பெற்றிருப்பதால், அவற்றின் மின் தேக்குத்திறன் மிகக்குறைவு.

பயன்கள்

உங்கள் வீட்டிலுள்ள வானெலிப்பெட்டி அடர்ந்த நிறமுடையதாக இருப்பின் அஃது அநேகமாக ஃபீனலிக் வார்ப்புத் தூளிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும். வானெலிப் பெட்டியின் பின்புறமுள்ள பதிவு மின்சுற்றுப் பதிக்கப்பட்ட தகடு பருத்தி அல்லது காகிதம் கொண்டு வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனலிக் தகடாக இருக்கும். ஸ்விட்ச் மூடிகள், செருகிகள் (plugs), பல்பு தாங்கிகள், ஸாக்கெட்டுகள் மற்றும் பல மின்னியல் சாதனங்கள் ஃபீனலிக் பிசினிலிருந்தும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பல

பிளாஸ்டிக்குகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள போதிலும், இன்றும் ஃபீனுலிக்குகளே அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவதற்கு அவை மற்ற பிசின்களைவிட விலை மலிவாக இருப்பதே காரணமாகும்.

பித்தான்கள், ப்ரஷ் பிடிகள், கதவுப் பிடிகள், காலணிகளின் அடிப்புறம் (heel), தட்டுகள், போலி நகைகள் ஆகியவையும் ஃபீனுலிக்குகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஃபீனுலிக் பிசினில் நனைத்து எடுக்கப்பட்ட காகிதங்கள் ஈரத்தில் வலிமையிழப்பதில்லை. ப்ளைவுட், மின்கலத்தடுப்பு, எண்ணெய் வடிகட்டி ஆகியவற்றில் இக் காகிதம் பயன்படுத்தப் பட்டாலும், பக்குவம் முழுமையாக நீண்ட நேரமும் உயர் வெப்பமும் தேவைப்படுவதால், இக் காகிதம் அதிகம் பயன் படுவதில்லை.

மேசைகளின் மீது பொருத்தப்படும் பிளாஸ்டிக் தகடுகளைப் பற்றிக் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். இவை பல்வேறு கண்கவர் டிசைன்களிலும் வண்ணங்களிலும் (decorative laminates) எனும் பொதுப் பெயரில் விற்கப்படுகின்றன. ஒரு நிறுவனத்தின் தயாரிப்பிற்கு ஃபார்மிகா (Formica) என்பது பெயர். ஏனெனில், இது முழுக்க முழுக்க ஃபார்மால்டிஹைடை அடிப்படையாகக் கொண்ட பிளாஸ்டிக்குகளைக் கொண்டு தயாராகிறது. மற்றொரு நிறுவனம் டெகோலாம் (Decolam) என்னும் பெயரில் தயாராகிறது. 'டெகொராடிவ் லாமினேட்' என்னும் ஆங்கிலச் சொற்றொடரின் சுருக்கமே இது. ஃபீனுலிக்குகள் இந்தத் தகடுத் தயாரிப்பில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன என்றாலும், மெலமின் பிளாஸ்டிக்குகளுடன் [அடுத்த தலைப்பான 'அமினோ பிளாஸ்டுகள்' (Amino plasts) எனும் பிரிவில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.] இணைத்துதான் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பல்வேறு துறைகளில் ஃபீனுலிக்குகள் பயன்பட்டாலும் இரு துறைகளில் அவை நிலையான புகழை எய்திவிட்டன.

(1) நீரிலுள்ள உப்புகளை அகற்றுதல். இத் துறையில் பல்ஸ்டைரீனின் போட்டி வலுத்து வருகின்றது.

(2) ஏவுகணைத்துறையில் சில அமைப்புகளில் ஃபீனுலிக்குகள் ஏகபோகத்தை அனுபவிக்கின்றன என்றால் மிகையில்லை.

நீரை மென்மையாக்கும் அயனிப் பரிமாற்றுப் பிசின்கள்

சில கால்சியம் உப்புகளும் மக்னீசியம் உப்புகளும் நீரில் கரைந்திருக்குமாயின் அந் நீரைக் கடினநீர் என்கிறோம்.

இயற்கையில் அமைந்துள்ள நீர் நிலைகள் அனைத்திலும் வெவ்வேறு அளவுக்கு மேற்கூறிய உப்புகள் கரைந்த நீரே உள்ளது. கடினநீர் சோப்பை வீழ்படியச் செய்வதால் சலவைக்கு உகந்ததல்ல. மேலும், நீராவி உற்பத்தி செய்யும் கொதிகலன்களின் உலோகச் சுவர்களில் செதில்களை (scales) ஏற்படுத்துகின்றது. இச் செதில் உலோகச் சுவர் கடின நீரிலுள்ள உப்புகளுடன் வினைப்படுவதால் உருவாகிறது. கொதிகலனின் சுவருக்கும் உள்ளிருக்கும் நீருக்கும் இடையே இச் செதில் ஒரு திரை போல் படர்கிறது. இது வெப்பம் கடத்துவதில்லை. ஆதலால் வெப்பம் வீணாகிறது. செதில்களில் விரிசல் ஏற்படும்போது நீர் அதனுள் கசிந்து மிகவும் சூடாகியுள்ள கொதிகலனைத் தொட்டவுடன் மிக அதிகமான அழுத்தம் தோன்றுகிறது. இதனால், கொதிகலன் உருவிழக்கும்; வெடிக்கவும் கூடும். இவை அனைத்திற்கும் மூலகாரணம் நீரில் கரைந்துள்ள சில அயனிகளே ஆகும்.

நீரை மென்மைப்படுத்தும் சில முறைகள்

நீரில் சோடியம் உப்புக்களைச் சேர்க்கின்றனர். சோடியம் உப்புகள் நீரைக் கடினமாக்குவதில்லை. எனினும், அவை கொதிகலன்களில் அளவுக்கு மீறிய நுரைத்தலை உண்டாக்குகின்றன. அயனிப் பரிமாற்று முறை (ion exchange method) எனும் முறை நீரிலுள்ள அயனிகள் அனைத்தையும் அகற்ற சாலச் சிறந்தது. நீரில் கரைந்துள்ள கால்சியம், மக்னீசயம், சோடியம் போன்ற நேர் அயனிகளையும், க்ளோரைடு, சல்பேட் போன்ற எதிர் அயன்களையும் முறையே ஹைட்ரஜன் அயனிகளாலும், ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளாலும் பரிமாற்றம் செய்வதே இம் முறையின் உட்கருத்து. இப் பரிமாற்றத்தை நிகழ்த்த ஹைட்ரஜன் அயனிகள் செறிந்த பொருள்களும், ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் செறிந்த பொருள்களும் தேவை. இப் பொருள்கள் நீரில் கரையாதவையாகவும், கடினநீர் எளிதில் உட்புகுந்து மென்னீராக வெளியேற வசதியாகக் கூடு (cage like) போன்ற அமைப்புகளைக் கொண்டவையாகவும் இருத்தல் அவசியம் ஃபீனலிக் பிசின்களின் உள்ளமைப்பைப் பார்த்தாலே அவை மேற்சொன்ன தேவைகளை எவ்வளவு கச்சிதமாகப் பூர்த்தி செய்கின்றன என்பது தெரியும். ஃபீனலிக்குகளுக்கு ஹைட்ரஜன் அயனிகளைச் சேர்ப்பதற்குச் சல்பானிக் அமிலத் தொகுதி ஏற்றம் (sulphonation) செய்யலாம். ஃபீனலிக்குகள் ஹைட்ரஜன் அயனிகளை மட்டுமே அளிக்கவல்லவை. ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் எனப்படும் பிசின்களிலிருந்து பரிமாற்றம் செய்யப்படுகின்றன.

ஃபீனுலிக் பிசினுல் நிரப்பட்ட நீண்ட குழாய் வழியே கடின நீரைச் செலுத்தினுல் பிசினிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிகள் நீருக்கும், நீரிலுள்ள கால்சியம், மக்னீசியம் போன்ற நேர் அயனிகள் பிசினுக்கும் இடம் மாறுகின்றன. குழாயிலிருந்து வெளிவரும் நீர் இவ்வயனிகளிலிருந்து விடுபட்டதாய் உள்ளது.

இத் துறையில் தற்பொழுது ஃபீனுலிக்குகளைவிட பல்ஸ்டைரீன் அதிகமாகப் பயனுகிறது. அயனி மாற்றுப் பிசின்களிலுள்ள ஹைட்ரஜன் (அல்லது ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள்) அனைத்தும் நீங்கி கால்சியம், மக்னீசியம் (அல்லது சல்பேட், க்ளோரைடு அயனிகள்) அவற்றின் இடத்தை நிரப்பிவிட்டால், பிசினை மேலும் பயன்படுத்துவதற்கு முன் இவ்வயனிகளை ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளால் பதிலீடு செய்ய வேண்டும். இந்தப் 'பிசினைப் புதுப்பிக்கும்' ஏற்பாடு பல்ஸ்டைரீனில் அடிக்கடி மேற்கொள்ளத் தேவையில்லை. மேலும், பல்ஸ்டைரீனின் மூலக்கூறு மிகப்பெரிது. ஆகையால் ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹைட்ராக்சைடு தொகுதிகளை நிறையப் புகுத்தலாம். இக் காரணங்களினுல் பல்ஸ்டைரீன் அயனி மாற்றுப் பிசினுக ஃபீனுலிக்கிற்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

ஏவுகணைத்துறையில் ஃபீனுலிக்

இறுகவல்ல நெகிழிகளிலேயே ஃபீனுலிக்குகள்தாம் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையில் பக்குவமடைகின்றன. 475°C வரை எந்த வெப்பநிலையிலும் கல்நார் கொண்டு வலிமையூட்டப் பட்ட ஃபீனுலிக் தகடுகளைத் தொடர்ச்சியாக எவ்வளவு நாள் களுக்கு வேண்டுமானுலும் பயன்படுத்தலாம். எவ்விதத் தீங்கும் நேரிடாது.

ஏவுகணைத் துறையில் பெரும் வெப்பநிலை (maximum temperature) 5000°C வரை இருக்கும். இங்குப் பயனுறும் கட்டுமானப் பொருள்கள் சில விஞடிகளாவது இவ்வுயர் வெப்ப நிலைக்கு ஈடு கொடுக்க வேண்டி வரும். உலோகங்கள் உருகி விடும் இவ்வெப்பநிலையிலும் ஃபீனுலிக்குகளில் பக்குவம் நடந்து கொண்டிருக்கும். மேலும், ஓர் உலோகத்தை உருக்கும் அளவிற்குத் தேவையான வெப்பம் பொதுவாக, ஒரு பிளாஸ்டிக் மூலக்கூறைச் சிதைக்க நேரமாகும். கண்ணுடி அல்லது கல்நாரினுல் வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக்குகள் 3500°C-க்குக் குறைவான வெப்பநிலைகளிலும், நைலாஞல் வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக்குகள் 3500°-Cக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளிலும் பயன்

படுத்த சிறந்தவை. ஏவுகணைத்துறையில் மிகவும் முக்கியமான அபாயம் தீவிர அரிமான (ablation) ஆகும். இதைச் சமாளிக்க மிகக் குறுகிய நேரத்திற்காகிலும் 5000°C வரை வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய பொருள்கள் தேவை. இப்பிரச்சினை எவ்வாறு தீர்க்கப்படுகிறது என்பதை 'பிளாஸ்டிக்கின் எழுச்சியும் எதிர்காலமும்' எனும் அத்தியாயத்தில் விளக்கமாகக் கூறியுள்ளோம்.

ராக்கெட்டுகளில் பயனுகும் சில ஃபீனுலிக்குகளின் கூட்டமைப்பும், குறிப்பான பயன்களும்

(1) **சிலிக்கா** இழையினுல் வலுவூக்கப்பட்ட ஃபீனுலிக்குகள்: ஏவுகணைகளின் முன்முனைகளுக்கும் (nose cones), வாயுவெளியேற்றம் செய்யும் குவிகுழல்களுக்கும் (exhaust nozzles) பயன்படுகிறது. அதே எடையுள்ள தாமிரத்தைவிட வெப்பத்தைச் சிதற விடுவதில் நாற்பது மடங்கு திறன்மிக்கது

(2) **அஸ்ட்ரோலைட்:** ரிஃப்ரஸில் எனும் 99% சிலிக்காவினுலான இழைகளால் வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக் இது. அரை அங்குலக் கனமுள்ள கறைபடா எஃகினுலான தகட்டையும், அதே கனமுள்ள அஸ்ட்ராஸில் தகட்டையும் ஆக்சி-அசிட்டலீன் சுடரினுல் (2500°C) கொளுத்தினர் முன்னது 10 நிமிடங்களிலும், அஸ்ட்ரோலைட் 25 நிமிடங்களிலும் சுடரால் துளையிடப்பட்டன.

(3) **க்ராஃபைட்** இழைகளினுல் வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக் 6650°C வரை நிலையிறக்கம் காணுமல் இருப்பதால் ஏவுகணைகளின் சுவர்களுக்குச் சிறந்த கட்டுமானப் பொருளாகிறது. இதன் வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல் செரமிக்குகளைவிட பன்மடங்கு உயர்ந்தது.

4. கல்நார், க்ராஃபைட் இரு இழைகளினுலும் ஒருங்கே வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக் மிக அதிக வாயு அழுத்தத்திலும் 2700°C வரை தரம் கெடாமல் உழைக்கக்கூடியது. பைரோடெக்ஸ் என்பது இதில் ஒருவகை.

மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் தன்மை மாருது, தரம் கெடாது பணிபுரிவதில் மேற்கண்ட வலிமையூட்டப்பட்ட ஃபீனுலிக்குகளை மிஞ்சக்கூடிய பொருள்கள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை ஆய்வுக்கூடத்தில் தயாரான பொருள்களைக் கொண்டே தொகுக்கப்பட்ட முதல் பிளாஸ்டிக் என்ற வகையில் ஃபீனுலிக்குகள் பழைய பொருள்கள் என்ருலும், வலிமையூட்டப்

பட்ட நிலையில் மற்றெந்த பிளாஸ்டிக்கிற்கும் இல்லாத சில புத்தம் புதிய பயன்கள் அவற்றிற்கு உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, பிளாஸ்டிக்கினாலான தாங்கிகளில் (bearings) ஃபீனாலிக்குகளுக்கு உயப் பொருளாகக் க்ரீசுக்குப் பதிலாக நீரைப் பயன்படுத்தலாம். நீரைப் பயன்படுத்துவதில் மற்றோர் இலாபமும் உண்டு. ப்ளாஸ்டிக்குகள் (உரசலினால் உண்டாகும்) வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லையாதலால், அவற்றாலான தாங்கிகள் கருகிவிடக் கூடும். நீர் இவ்வெப்பத்தை அப்புறப்படுத்தி பிளாஸ்டிக் தாங்கி கருகிவிடாது தடுக்கும்.

6. அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள்

(AMINOPLASTS)

உங்கள் வீட்டில் உள்ள பிளாஸ்டிக் தட்டு, டம்ளர், கிண்ணம் ஆகியவை கண்ணாடியைப் போன்று ஒளிபுகவிடும் தன்மை (transparent) கொண்டதாக இருப்பின் அவை அநேகமாக அமினோ பிளாஸ்ட் வகையைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கும். பல்ஸ்டைரீன், அக்ரிலிக் வகை பிளாஸ்டிக் ஆகியவையும் ஒளிபுக விடும் தன்மை கொண்டவைதான் எனினும், அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் இவற்றைவிட வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலில் உயர்ந்தவை; கறைபடாதவை. கூந்தல் தைல பாட்டில், முகப்பவுடர், பற்பசைக் குழாய் ஆகியவற்றின் மூடிகள் இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்கினால்தான் உருவாக்கப்படுகின்றன. வசதியுள்ளோர் வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் சாப்பாட்டு மேசைகளின் (dining table) மீது பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தகடுகள் ஃபீனாலிக்குகளையும் அமினோ பிளாஸ்ட்டுகளையும் ஒன்றன் மீதொன்றையொத்த பிளாஸ்டிக் கலைப்பொருள்கள் அனைத்தும் இக் குடும்பத்திலிருந்து உருப் பெற்றவையே ஆகும். இப் பயன்களைக் கொண்டு நாம் இவ்வகைக்கு வீட்டில் புழங்கும் பிளாஸ்டிக் (domestic plastic) எனப் பெயரிடலாம். இவ்வகையில் இவற்றுடன் ஓரளவுக்குப் போட்டியிடும் ஒரே பிளாஸ்டிக் பல்எதிலீனாகும். அடுக்களையிலுள்ள பிளாஸ்டிக் பொருள்களில் சரிபாதி அமினோ பிளாஸ்ட்டுகளாலும், மறுபாதி பல்எதிலீனாலும் உருவானவையாக இருந்தால் வியப்படைய வேண்டியதில்லை.

ஒரு கோணத்தில் நோக்கினால் அமினோ பிளாஸ்ட்டுகளும் ஃபீனாலிக்குகளும் உடன்பிறப்புகளே. ஃபார்மால்டிஹைடு இரு வகைப் பிசின்களின் தயாரிப்பிற்கும் இன்றியமையாத மூலப் பொருள்.

அமினோ பிளாஸ்ட்டுகளில் இருவகை உண்டு :

(1) யூரியா — ஃபார்மால்டிஹைடு (Urea-formaldehyde)

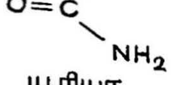
(2) மெலமின் — ஃபார்மல்டிஹைடு (Melamine-formaldehyde)

ஃபீனலிக்குகளின் தயாரிப்பில் வினையூக்கியின் தன்மையைப் (அமிலமா, காரமா என்பதைப்) பொறுத்து இருவகைப் பிசின்களில் ஒன்று (ஒருகட்ட ரெசோல் பிசின் அல்லது இருகட்ட நோவோலாக் பிசின்) கிடைக்கும் என்று அறிந்தோம். அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் தயாரிப்பில் சாரங்கள் மட்டுமே வினையூக்கிகளாகப் பயனாகின்றன எனினும், பக்குவப்படுத்தும் கட்டத்தில் வினையூக்கிகளாக உதவுபவை அமிலங்களோ, அமிலங்களை விடுவிக்கக் கூடிய பொருள்களோதான்.

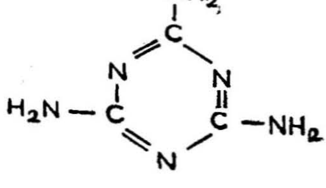
யூரியாவையும் ஃபார்மால்டிஹைடையும் முதன்முதலில் வினைப்படுத்தியவர்கள் யாரெனச் சரியாகத் தெரியவில்லையென்றாலும், யூரியா-ஃபார்மால்டிஹைடு பிசினை முதன்முதலில் உருவாக்கிய பெருமை ஆஸ்திரிய விஞ்ஞானி ஃப்ரிட்ஸ் போலாக்கைச் (Fritz Pollack) சாரும். இவர் அங்ககப் பொருள்களைக் கொண்டு கண்ணாடிக்கு மாற்றுப் பொருள் ஒன்றனைத் (Organic glass) தயாரிக்கும் முறையில் யூரியா-ஃபார்மால்டிஹைடு பிசினை எதிர்பாராத விதமாகக் கண்டுபிடித்தார்.

மெலமினை ஃபார்மால்டிஹைடுடன் முதன்முதல் வினைப்படுத்தியவர் ஹெங்கெல் (Henkel) என்பார் ஆவார்.

மூலப் பொருள்களான யூரியாவையும், மெலமினையும் முறையே ஊலர் (Wohler) என்பாரும், லீபிக் (Liebig) என்பாரும் முதன்முதல் தயாரித்தனர்.



யூரியா

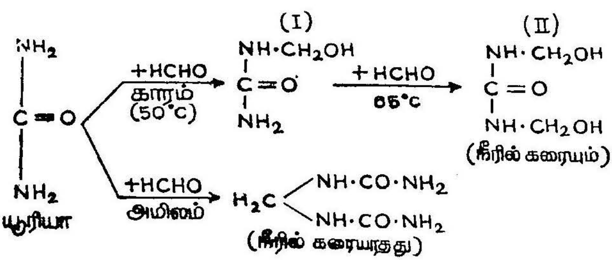


மெலமின்

வினையின் போக்கு

யூரியா—ஃபார்மால்டிஹைடு பிசின்: யூரியாவையும் ஃபார்மால்டிஹைடையும் 1 : 2 என்ற **மோலார் விகிதத்தில்** கலந்து எரிகாரத்துடன் (வினை வேகமாற்றி) சூடேற்றினால், வெப்பநிலை 50°Cஐயடையும்போது யூரியாவிலுள்ள இரண்டு அமின் ($-NH_2$) தொகுதிகளில் ஒன்றுடன் ஃபார்மால்டிஹைடு சேர்ந்து **மானோ மீத்தைலால் யூரியா** என்ற மூலக்கூறை அளிக்கிறது.

வெப்பநிலை 65°C-க்கு உயர்த்தப்படும்போது இம் மூலக்கூறிலுள்ள இரண்டாவது அமின் தொகுதியுடன் மேலும் ஒரு ஃபார்மால்டிஹைடு மூலக்கூறு இணைந்து **டைமீத்தைலால் யூரியா** எனும் பொருளை அளிக்கிறது.



(I) மானோ மீத்தைலால் யூரியா: இதன் வினை முனை எண் 2, குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்த இலாயக்கற்றது.

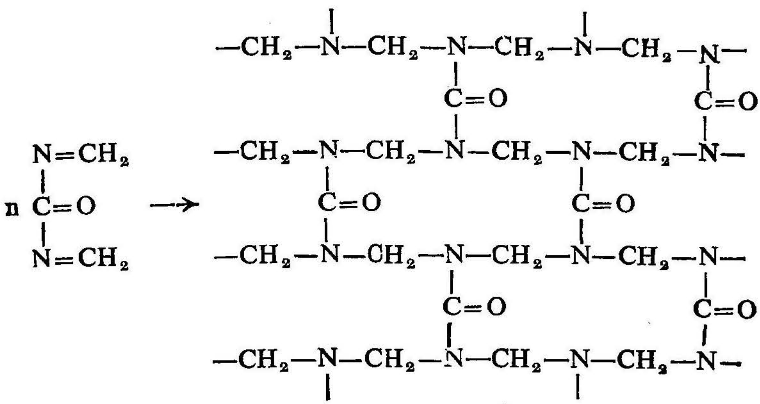
(II) டைமீத்தைலால் யூரியா: வினைத்திறன்மிக்க முனைகள் நான்கனைக் கொண்டது.

டைமீத்தைலால் யூரியா அமிலத்துடன் சூடுபடுத்துகையில் இரு நீர் மூலக்கூறுகளை விடுவித்து டைமெதிலீன் யூரியா எனும் நான்கு வினைமுனைகளைக் கொண்ட மூலக்கூறைத் தருகின்றது.

$$\begin{array}{c} NH\text{-}CH_2OH \\ | \\ C=O \\ | \\ NH\text{-}CH_2OH \end{array} \xrightarrow[-2H_2O]{\text{அமிலம்}} \begin{array}{c} N=CH_2 \\ | \\ C=O \\ | \\ N=CH_2 \end{array}$$

டைமெதிலீன் யூரியா
(பிசினின் ஒருபடி)

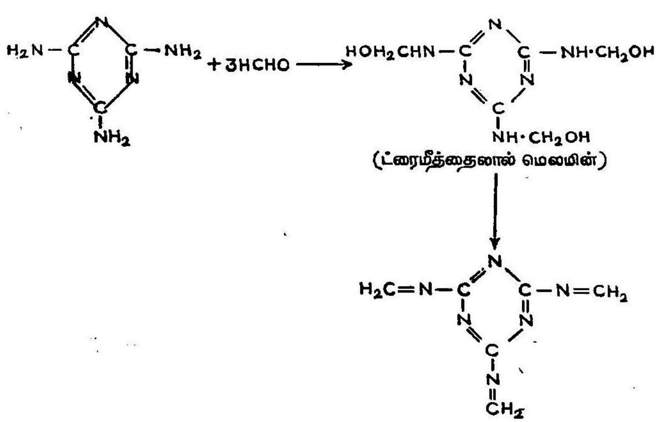
$\left[N-CH_2\right]$ தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலிகளை உருவாக்கவும் $\left[>C=O\right]$ தொகுதிகள் அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளைப் பிணைக்கவும் பயனுறுகின்றன.

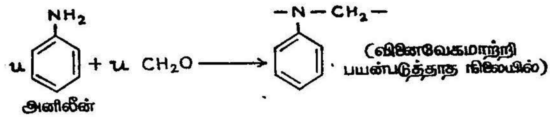


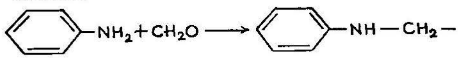
பிசின் சங்கிலியின் தோற்றம்.

மெலமின் பிசின்

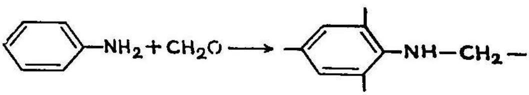
மெலமின்—ஃபார்மால்டிஹைடு வினையின் போக்கு யூரியாவை ஒத்ததே. வினைப்படு பொருள்களின் விகிதம் மட்டும் சற்று மாறுகிறது மெலமின் : ஃபார்மால்டிஹைடு மோலார் விகிதம் 1 : 6 ஆகும்.







(அமில வினைவேக மாற்றிப் பயன்படுத்தப்பட்டால்)
(அனிலீன் : ஃபார்மால்டிஹைடு மோலார் விகிதம் 1 : 1)



(அனிலீன் : ஃபார்மால்டிஹைடு மோலார் விகிதம் >1)
அனிலீன்—ஃபார்மால்டிஹைடு வினை.

அமினோ பிளாஸ்டிக்குகள் இரு கட்ட பிசின்கள். இரண்டாவது கட்டமான பக்குவம் சற்று உயர் வெப்பநிலையில் நிகழ்கிறது. தயாரிப்பு முறை ஃபீனோலிக்குகளை ஒத்தது.

யூரியாவுக்குப் பதிலாகத் தயோ யூரியாப் (thiourea) பயன்படுத்தப்பட்டால் வினையூக்கிகள் தேவையில்லை. யூரியா மூலக்கூறில் உள்ள ஆக்சிஜன் அணுவைக் கந்தக அணுவினால் பதிலீடு செய்தால் தயோயூரியா வினைமூலக்கூறு வாய்பாடு கிடைக்கும்.

பென்ஸோகினமின், அனிலீன் (aniline) போன்ற அமின்களும் யூரியாவிற்குப் பதிலாக வினைப்படுத்தப்படலாம். அனிலீனின் வினை மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வார்ப்புத்தூள்

ஃபீனோலிக்குகளைப் போலல்லாமல் அமினோ பிளாஸ்டிக்குகள் அச்சில் வார்க்கப்படும் வரை எல்லாக் கட்டங்களிலும் நீரில் கரையக்கூடியவை. முற்றிலும் பக்குவமடைந்த பிசினும்கூட கொதிநீரினால் சிறிது பாதிக்கப்படுகிறது. இதனால் பிசின் கெட்டிலில் பிசினும் நீரும் பிரிந்து நிற்பதில்லை. நீரை வெற்றிட வடித்துப் பகுத்தல் மூலம் வெளியேற்றினால் பிசின் கெட்டிலில் தங்கிவிடும். வெப்பநிலையைக் கட்டுக்குள் வைத்திருந்தால் பிசின் கெட்டிலிலேயே இறுகுவதைத் தடுக்கலாம்.

கெட்டிலிலிருந்து ஊற்றப்பட்ட பிசினை நிரப்பியுடன் கலந்து, கலவையைப் பொடியாக்கி, வினையூக்கி (பக்குவத்தை

விரைவுடன் நிகழச் செய்வதற்கு), அச்சிலிருந்து வார்ப்பை விடுவிக்க உதவும் உயப் பொருள்கள் ஆகியவை சேர்த்து வார்க்கவேண்டும். மரத்தில் உள்ள ∝-செல்லுலோஸ் எனும் மாவுப்பொருள் நிரப்பியாகப் பயனாகிறது. மெலமின் பிசின் யூரியா பிசினைவிட விரைவில் பக்குவமாகிறது.

பக்குவ வினையூக்கிகளாக அமிலத்தை விடுவிக்கும் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அம்மோனியம் க்ளோரைடைப் பிசினுடன் கலந்தால், அது ஃபார்மால்டி ஹைடுடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலத்தை விடுவிக்கின்றது.

$$4NH_4Cl+6HCHO \longrightarrow \underset{\text{ஹெக்சா}}{N_4(CH_2)_6}+6H_2O+4HCl$$

தன்மைகள்

விரிவாக நோக்குகையில், ஃபீனாலிக்குகளை அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் மிஞ்சுவது கடினம். எனினும், பின்வரும் சிறப் பியல்புகளுக்காக அவை பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன. அவற்றிற்கெனச் சில தனிப் பயன்களும் உள்ளன.

இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே மெலமின் பிளாஸ்டிக்தான் மிகவும் கடினமான பரப்பு (hardest surface) உடையது. அதன்மீது எளிதில் கீறல் ஏற்படுத்த முடியாது.

எவ்வண்ணத்திலும் இவ்விரு பிசின்களையும் தயாரிக்கலாம். ஃபீனாலிக்குகளைப் போன்று இவற்றிற்கு இயற்கையில் ஆழ்ந்த வண்ணம் கிடையாது. UF[1] பிசின் வண்ணமற்றது. MF[2] பிசின் சிறிது பழுப்பு நிறம் கொண்டது.

கார்பன்—கார்பன் இணைப்புகள் இல்லாததால் அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் சூட்டில் கருகுவதில்லை. மற்ற அங்ககப் பிசின்கள் சூட்டில் கருகி அதனால் பரப்பில் உண்டாகும் கரியாலான தடம் (track) மின்னோட்டத்தை ஊக்குவிக்கின்றது. இப் பிசின்களை அரிதில் கடத்திகளாக மின்சாதனங்களில் பயன் படுத்தும்போது வெப்பத்தினால் கருகி திடீரென கடத்திகளாக மாறிவிடுகின்றன. இதனால், மின் காப்பீடு தடைப்படும்

[1] UF=யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு.

[2] MF=மெலமின் ஃபார்மால்டிஹைடு.

அபாயம் உண்டு. அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் 'கரிக்கோடு' உருவாக்குவதில்லையாதலால் இந்த ஆபத்து அவற்றைப் பயன் படுத்தி செய்யப்படும் காப்பீட்டு அமைப்புகளில் கிடையாது.

அமினோ பிளாஸ்ட்டுகள் குளிர்ந்த நீரினாலோ, எண்ணெய் களினாலோ அங்ககக் கரைப்பான்களாலோ கரைக்கப்படுவதில்லை; சிதைவுறுவதும் இல்லை. நீர்த்த அமிலங்களும் காரங்களும் அறை வெப்பநிலையில் தீங்கிழைக்க மாட்டா.

பயன்கள்

UF வார்ப்புத்தூளுக்குத் தற்போது அதிகத் தேவை இல்லை. அதன் இடத்தைப் பல இளகவல்ல நெகிழிகள் பிடித்துக் கொண்டுவிட்டன. ஆனால், இன்றும் அலங்கார சாதனங்கள் அடங்கிய டப்பாக்களின் மூடிகள் UF பிசினில்தான் தயாரா கின்றன.

MF வார்ப்புத்தூள், மேசைமீது பொருத்தப்படும் அழகிய பிளாஸ்டிக் தகடுகளைச் செய்யப் பயனாகிறது. இத் தகடுகளைப் பின்வரும் முறையில் தயாரிக்கின்றனர். ஒரு மெல்லிய காகிதத்தின் மேல் ஃபீனாலிக் தகடுகளை அடுக்கி அதன்மீது MF தகடுகளைப் பொருத்துவர். அதன்மீது MF பிசினாலான ஒரு மெல்லிய ஒளிபுகும் படலத்தை ஒட்டுவர். தகடுகளை ஒன்றோ டொன்று இணைக்க ஒட்டுவிப்பிகள் பயன்படுகின்றன. ஃபீனாலிக் தகடு தாக்கு வலிமையை அளிக்கின்றது. மெலமின் தகட்டை வண்ண வண்ண டிசைன்களில் தயாரிக்க இயலுமாதலால் இது மேற்பரப்பாகி கண்ணுக்கினிய வண்ணங்களை வீசுகிறது. யாவற்றிற்கும் மேலுள்ள படலம் (overlay) தகட்டின்மீது கீறல் விழாமல் பாதுகாக்கின்றது. இவற்றிற்கு அலங்கார விரிப்புகள் (decorative laminates) என்பது பெயர்.

சமையல் அறை அலமாரிகள், பாத்திரங்கள் முதலியனவும் மெலமின் பிசின் கொண்டு தயாரிக்கலாம். ஏனெனில், அவை மணமற்றவை; ருசியற்றவை; நச்சுத்தன்மையற்றவை; காபி, டீ, பழச்சாறு ஆகியவற்றினால் கறை ஏற்படுத்த முடியாதவை.

ப்ளைவுட் தயாரிப்பில் இவை ஒட்டுவிப்பிகளாகப் பயனா வதற்கு விலை மலிவாக இருப்பதொன்றே காரணமாகும்.

UF பிசின்களும் MF பிசின்களும் ப்யூட்டனால் எனும் ஆல்கஹாலில் கரைத்து ஓர் அமில வினையூக்கியுடன் சூடேற்றினால், வினைவாகும் பொருள் உலரும் எண்ணெய்களில் கரையக்

கூடியது. ஆல்கைடு பிசின்களைச் சேர்த்து இவற்றை மென்மையூட்டி சிறந்த பூச்சுகளைப் பெறலாம்.

MF பிசின்களின் உற்பத்தியில் கணிசமான அளவு காகிதத் தொழிலில் செலவாகிறது. காகிதத்திற்கு ஈரத்தில் வலுவிழக்காதிருக்கும் ஆற்றலைத் தருகிறது. MF பிசினில் தோய்க்கப்பட்ட அல்லது காகிதக்கூழிலிலேயே MF பிசின் சேர்க்கப்பட்ட காகிதம் நீரில் நனைத்தாலும் 80 சதவிகிதம் வரை வலுவை இறுத்திக் கொள்கின்றன.

UF பிசின்களுக்கும் MF பிசின்களுக்கும் பொறியியற் றுறையில் அதிக பயன்கள் இல்லை எனலாம். காரணம், அவை சுருங்கக்கூடியவை. ஃ-செல்லுலோஸை விடுத்துக் கல்நாரை நிரப்பியாகப் பயன்படுத்தினால் சுருக்கத்தைக் குறைக்கலாம்.

7. பல்எஸ்டர்கள்

(POLYESTERS)

இன்றுவரை பலவகை பிளாஸ்டிக்குகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ள போதிலும் பாமர மக்களின் தேவைக்கு எட்டியுள்ள பிளாஸ்டிக்குகள் மிகக் குறைவு. இந்த இரகத்தில் இரு பிளாஸ்டிக்குகள் நம் நினைவில் பளிச்சிடுகின்றன. ஒன்று பல்எதிலீன்; மற்றொன்று பல்எஸ்டர். பக்கெட்டுகள் முதல் உணவு வழங்கும் பாத்திரங்கள் வரை அடுக்களையில் புழங்கும் பாத்திரங்கள் அனைத்தும் தற்பொழுது பல்எதிலீனிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. உணவுக்குப் பிறகு உடை. பருத்தித் துணிகளையும் பட்டாடைகளையும் பல்எஸ்டரினுலான துணிகள் வாணிகத்திலிருந்து விரட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. பல்எஸ்டர் துணிகளும், பல்எஸ்டர்—பருத்திக் கலப்புத் துணிகளும் வீட்டிலேயே எளிதாகச் சலவை செய்யக்கூடியவை என்பதும், மடிப்புக் கலையாதவை என்பதுமே இதற்குக் காரணங்களாகும்,

நம் உடைத் தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதுடன் இவற்றின் பணி நின்றுவிடுவதில்லை. பெரிய தொழிற்சாலைகளில் இவை எந்த அளவுக்கு இன்றியமையாதக் கட்டுமானப் பொருள் களாகப் பயனுகின்றன என்பதை இவ்வத்தியாயத்தின் பிற் பகுதியில் காணப்போகிறேம். இழை, படலம், தகடு, பூச்சு எனப் பல உருவிலும் பெரிய அளவில் செலவாகும் ஒரே பிளாஸ்டிக் பல்எஸ்டர்தான் என்று மறுப்புக்கு அஞ்சாமல் கூறலாம்.

எஸ்டர் ஆக்கல் (Esterification)

ஓர் ஆல்கஹாலும், ஓர் அமிலமும் சுருக்குவினை புரிந்து நீர் மூலக்கூறை வெளியேற்றி எஸ்டர் எனும் மூலக்கூறை

உண்டாக்கும் இயக்கத்திற்கு எஸ்டர் ஆக்கல் என்பது யர்.

ஆல்கஹால் + அமிலம் ——→ எஸ்டர் + நீர்

எடுத்துக்காட்டாக,

$$H_3C-CH_2-O\boxed{H+HO}OC-CH_3 \longrightarrow H_3C-CH_2-OOC-CH_3+H_2O$$

ஈதைல் ஆல்கஹால் — அசிட்டிக் அமிலம் — ஈதைல் அசிட்டேட் (எஸ்டர்)

பல்எஸ்டர் எனப்படுவது பல் உம்புமூலத்திறன் கொண்ட அமிலங்களுடன் (polybasic acid) பல்ஹைட்ராக்கி ஆல்கஹால்களை வினைப்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் பொருள்களின் பொதுப் பெயராகும். ஓர் உப்பு மூலத்திறன் கொண்ட அமிலங்களும் (monobasic acids), ஓர் ஹைட்ராக்கி ஆல்கஹால்களும் (monohydric alcohols) பலபடித் தயாரிப்பிற்கு உகந்தவையல்ல. ஏனெனில், பலபடித் தயாரிப்பிற்கு அடிப்படை நிபந்தனை ஒருபடியில் குறைந்தது இரு வினைமுனைகளாவது இருக்க வேண்டும் என்பதே. இவற்றில் இருப்பதோ ஒரே ஒரு வினை முனைதான்.

இரு ஹைட்ராக்சைடு தொகுதிகளைக் கொண்ட க்ளைகால்களையும், இரு கார்பாக்சில் தொகுதிகளைக் கொண்ட அமிலங்களையும் வினைப்படுத்தினால் பல்எஸ்டர்கள் நிச்சயம் கிடைக்க வேண்டும். ஏனெனில், ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் (அது அமிலமாயினும், ஆல்கஹாலாயினும்) இரு முனைகளும் வினைப்படும் வாய்ப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஆல்கஹாலேயும் அமிலத்தையும் மாற்றி மாற்றி அமைத்துச் சுருக்கு வினைபுரிவதாகக் கொண்டால், பல்எஸ்டரின் வினைவை எளிதில் கற்பனை செய்து கொள்ளலாம்.

$$\cdots+\boxed{H}O-R-O\boxed{H+HO}OC-R'-CO\boxed{OH+H}O-R-O\boxed{H+HO}OC-R'-CO\boxed{OH+}\cdots$$

க்ளைகால் — அமிலம் — க்ளைகால் — அமிலம்

பலபடி வேதியியலில் பல அரிய பெரிய ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வெற்றிகளைக் குவித்தவரும், அத்துறையில் ஈடுபட்டுள்ள அனைவராலும் 'சிறந்த முன்னோடி' என்று புகழப்பட்டவருமான கரோதர்ஸ் (Carothers) என்பார் இவ்வினையை முன்கூட்டியே அறிந்து சொன்னார். எனினும், இரண்டாம் உலகப்போர் துவங்கிய பிறகுதான் மற்ற துறைகளைப் போன்று இத் துறையிலும் சுறுசுறுப்புக் காணப்பட்டது. இதற்குமுன் பல்

எஸ்டர்கள் பூச்சுகளாக மட்டுமே பயன்பட்டு வந்தன. இப் பூச்சுகளுக்குப் (coatings) பயன்பட்ட பல்எஸ்டர் பிசின்களுக்கு ஆல்கைடு பிசுன்கள் (Alkyd resins) என்ற பெயர் வழக்கி லிருந்தது. ஆங்கிலச் சொற்களான alcohol, acid ஆகியவற்றி னின்றும் ஆல்க் (*al*cohol) கைடு (a*cid*) எனும் சொல் பிறந்தது. பல்எஸ்டர் வரலாற்றின் தொடக்கத்தில் க்ளிசராலும், தாலிக்அன் ஹைட்ரைடுமே பெரிய அளவில் மூலப் பொருள்களாகப் பயன் பட்டு வந்ததால் பல்எஸ்டர்களைக் க்ளிப்டால் glyptal) என்ற பெயரால் குறிப்பிட்டனர். தற்போது பூச்சுகளில் பயன்படும் பல்எஸ்டர்கள் ஆல்கைடுகள் என்றும், மற்ற வகைகள் பல்எஸ்டர்கள் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

இழையும் படலமும்

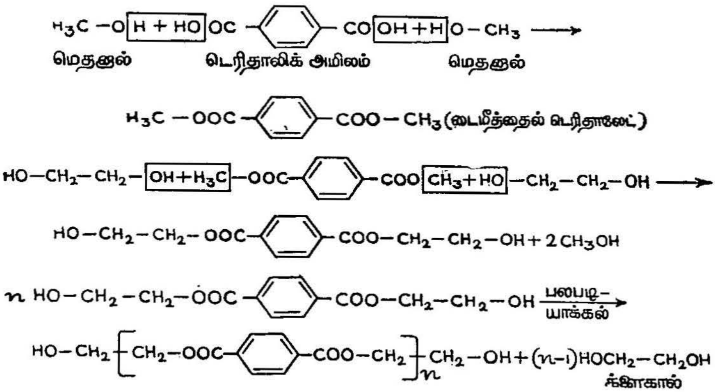
1941ஆம் ஆண்டு வின்ஃபீல்ட் (Whinfield), டிக்ஸன் (Dickson) என்ற விஞ்ஞானிகள் இருவர் எதிலீன் க்ளைகாலையும், டெரீதாலிக் அமிலத்தையும (Terephthalic acid) வினைப்படுத்தி செயற்கை இழை வரலாற்றிலேயே ஒரு திருப்பத்தை ஏற்படுத் தினர். இவ் வினையின் விளைவுதான் நாம் அன்றுடம் விரும்பி அணியும் டெரிலீன் (Terylene) துணிகளின் இழை.

அமெரிக்காவில் இருக்கும் டூபாண்ட் (du Pont) நிறுவனத்தார் இதற்கு டெக்ரான் (Dacron) என்ற ட்ரேட் மார்க்கையும் (சிறப்பு வணிகக்குறி , நம்நாட்டு கெமிகல்ஸ் அண்ட் ஃபைபர்ஸ் ஆஃப் இண்டியா (Chemicals and fibres of India) கம்பெனி டெரீன் (Terene) எனும் ட்ரேட் மார்க்கையும் பதிவு செய்துள்ளனர். 'டெரிலீன்' எனும் சொல் இங்கிலாந்து நாட்டு இம்பீரியல் கெமிகல் இண்டஸ்ட்ரீஸ் கம்பெனியின் ட்ரேட் மார்க்காகும்.

டெரிதாலிக் அமிலத்தை மெதனுலுடன் வினைப்படுத்தி டைமெதில்டெரிதாலேட் (Dimethylterephthalate) எனும் எஸ்டர் தயாரிக்கப்படுகிறது. பின்பு இதை எதிலீன் க்ளைகாலுடன் கலந்து, இக் கலவையை வெற்றிடத்தில் சூடேற்றினுல் பல் எதிலீன் டெரிதாலேட் (பல்எஸ்டர்) கிடைக்கும். இரண்டாவது வினையில் நீருக்குப் பதில் மெதனுல் (methanol) வெளியேற்றப் படுகிறது. இம் மெதனுலை முதல்வினைக்குத் திரும்பப் பயன் படுத்தலாம். மூன்ருவது வினையில் எதிலீன் க்ளைகால் திரும்பக் கிடைக்கிறது.

மூலக்கூறு எடை 15,000ஐ எட்டும் வரை சூடேற்றிக் கிடைக்கும் பிசினைத் தூளாக்கி உலர்த்தி உருக்கவேண்டும்.

உருகிய பிசினை நுண்ணிய துளைமுகப்பு வழியே பீச்சி இழையாக்கலாம்.



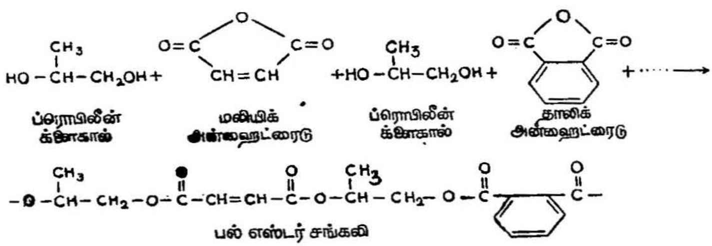
மேற்கண்ட வினையில் டெரிதாலிக் அமிலத்தை நேரிடையாகச் சுருக்குவினைப் படுத்துவதில்லை. ஏனெனில், டெரிதாலிக் அமிலம் எளிதில் கரையாத, எளிதில் வினைப்படாத, தூய்மையான நிலையில் தயாரிக்க முடியாத ஒரு பொருள். டைமீத்தைல் டெரிதாலேட்டில் இச் சங்கடங்கள் இல்லை. முதல் வினையில் செலவாகும் மெதனல் அடுத்தவினை மூலம் திரும்பக் கிடைத்து விடுகிறது.

பல் எதிலீன்டெரிதாலேட் படலமாகத் தயாரிக்கப்பட்டால், அதற்கு மைலார் ஏடு (Mylar film) என்பது பெயர். மைலாரும், டெரிலீனும் வேதியியல் நோக்கில் ஒரே பொருள்தான்.

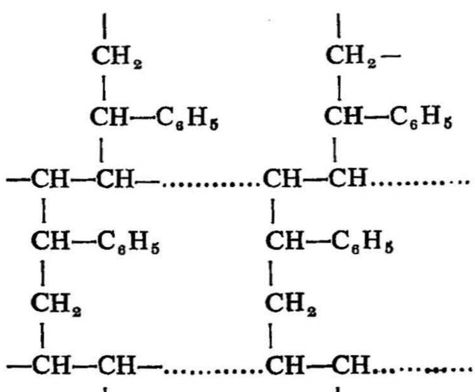
தகட்டிற்கும் வார்ப்புக்கும் பயனாகும் பல்எஸ்டர்

ஆல்கஹாலும், அமிலமும் நிறையுற்றதாக—அதாவது, ஒற்றைப் பிணைப்புகள் மட்டுமே கொண்டிருந்தால்—இருந்தால், விளையும் பல்எஸ்டர் இழையாகத்தான் இருக்க முடியும். ஏனெனில், குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. ஆனால் ஆல்கஹால் மூலக்கூறிலோ அமில மூலக்கூறிலோ இரட்டைப் பிணைப்புகள் இருப்பின், உருவாகும் பல்எஸ்டர்கள் தகுந்த மூலக்கூறுடன் வினைப்பட்டுக் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உடைய திண்மங்களை அளிக்கின்றன. இவ் வினைப்பலபடியாக்கல்தான் பல்எஸ்டரை இளகவல்ல நெகிழியாகவுள்ள நிலையினின்றும் மாற்றி இறுகவல்ல நெகிழியாக்குகின்றது.

மலியிக் அன்ஹைட்ரைட் (Maleic anhydride), தாலிக்அன் ஹைட்ரைட் இரண்டையும் கலந்து எதிலீன் க்ளேகால் அல்லது ப்ரொபிலீன் க்ளேகாலுடன் சுருக்குவினையாக்கித் தயாரிக்கப்படும் பல்எஸ்டர் நீர்மமாக இருக்கும். இந் நீர்மத்தை ஸ்டைரீன் (styrene) எனும் ஹைட்ரோகார்பனுடன் இணைப்பலபடியாக்கினால் குறுக்குப் பிணைப்புகள் மிகுந்த பலபடி கிடைக்கிறது.



தாலிக் அன்ஹைட்ரைடும் மலியிக் அன்ஹைட்ரைடும் மாறி மாறி அமைந்திருப்பதாகவும், அவற்றிடையே ப்ரொபிலீன் க்ளேகால் மூலக்கூறுகள் செருகப்பட்டிருப்பதாகவும் கற்பனை செய்து கொள்ளவேண்டும். அப்பொழுது மேற்கண்ட சுருக்கு வினைப் பலபடியாக்கல் எளிதில் புரியும். பல்எஸ்டர் சங்கிலியில் மலியிக் அன்ஹைட்ரைடு பகுதியில் இரட்டைப் பிணைப்பு ஏற்படும் வாய்ப்பு உள்ளது. ஸ்டைரீன் மூலக்கூறு இரு சங்கிலியை இணைப்பது பலபடியாக்கலின் மூலம்தான்.



எஸ்டர் தொகுதிகள் படத்தில் காண்பிக்கப்படவில்லை.

```
—P—G—M—G—P—G—M—G—P—G—M—G—P—
       |           |           |
       ×           ×           ×
       |           |           |
—P—G—M—G—P—G—M—G—P—G—M—G—P—
       |           |           |
       ×           ×           ×
       |           |           |
—P—G—M—G—P—G—M—G—P—G—M—G—P—
```

படம் 7.
பல்எஸ்டரில் குறுக்குப் பிணைப்புகள்

P : தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு பகுதி.

M : மலியிக் அன்ஹைட்ரைடு பகுதி.

G : க்ளைகால் பகுதி.

× : குறுக்குப் பிணைப்பு.

பல்எஸ்டர்கள் ஃபீனலிக்குகளின் தயாரிப்பு முறையை ஒட்டியே தயாரிக்கப்படுகின்றன. எனினும், இரு முக்கிய வேறுபாடுகள் உள்ளன.

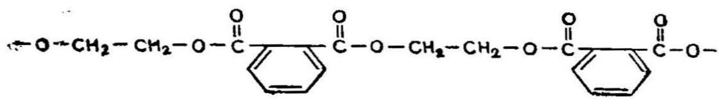
(1) தனித்தியங்கு உறுப்புகளை உருவாக்கும் வலிமை பெற்ற பெராக்சைடுகள் (peroxides) எனும் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. சுருக்குவினைக்கு இவை தேவையில்லை. குறுக்குப் பிணைப்புகளை உருவாக்கும் கூட்டுவினையைத் தொடங்குவது இவற்றின் வேலை. தனித்தியங்கு உறுப்புகள் வினைத்திறன் மிக அதிகமாகக் கொண்டவை. ஆகையால், சங்கிலிகள் விரைவில் பிணைக்கப்படும். குறுக்குச் சங்கிலிகள் கட்டுக்கடங்காமல் வளர்ந்தால் வினை நடக்கும் கெட்டிலேயே தகர்த்துவிடும். அந்த அளவிற்கு ஆற்றல் வெளிப்படும் அபாயம் உண்டு. அல்லது விளையும் பொருள் பயனற்ற கூழாகிவிடும். இது நடவாமல் தடுக்க தக்க தருணத்தில் (மூலக்கூறு எடையையோ வினைப்படாத அமிலத்தின் அளவையோ அடிக்கடி கண்காணித்து வந்தால் வினையைக் கூர்ந்து கவனிக்க முடியும்) க்வினோன் (Quinone) போன்ற சங்கிலி ஒடுக்கிகளைச் (chain inhibitors) சேர்க்கலாம். மீத்தைல் ஈத்தைல் கீடோன் பெராக்சைடு எனும் பொருளைத் தனித்தியங்கு உறுப்புகளை உண்டாக்கும் பொருட்டுப் பயன்படுத்தினால் பல்எஸ்டரின் பக்குவம் அறை வெப்பநிலையிலேயே அழுத்தம் சிறிதும் தேவைப்படாமல் நடக்கிறது.

(2) இவ்வினையை ஆக்சிஜன் கெடுத்துவிடும். ஆகையால், ஆக்சிஜனை வினைக்கெட்டிலினின்றும் வெளியேற்றி நைட்ரஜன் அல்லது கரியமில வாயு போன்ற வினைக்குத் தொடர்பில்லாத வாயுவைப் பிசின் கெட்டிலுட் செலுத்த வேண்டும்.

இவ்வினையில் வெளியாகும் நீரை 140°C-யிலிருந்து 150°C வரை மெல்ல சூடேற்றி ஸைலீன் (Xylene) எனும் நீர்மத்துடன் கொதிநிலை—மாருக் கலவை[1]யாக்கி வெளியேற்ற வேண்டும்.

ஆல்கைடு பிசின் தயாரிப்பு

டெரிலீன் தயாரிப்பில் டெரிதாலிக் அமிலம் பயன்படுத்தப் பட்டதல்லவா? அதற்குப் பதிலாகத் தாலிக் அமிலமோ தாலிக் அன்ஹைட்ரைடோ பயன்படுத்தப்படுவதாக வைத்துக் கொள் வோம். விளைவாகும் பல்எஸ்டர் பின்வருமாறு அமையும்.



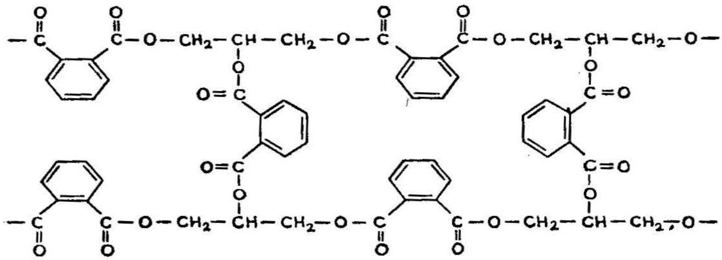
பல் எதிலீன் டெரிதாலேட்டிலுள்ள சமச்சீர்மை (symmetry) இம் மூலக்கூறில் இல்லாததால் இது வளையும் தன்மை அறவே இல்லாத ஒரு பலபடி. டெரிலீனை இழையாக்குவது போன்று இதைச் செய்ய முடியாது. இது கடினமான பிசின். இழையாகப் பயன்படாவிட்டாலும் பூச்சுகளுக்குப் பயன்படுகின்றது.

பூச்சுகளுக்குப் பயனுகும் பல்எஸ்டர்களில் க்ளைகாலைவிட க்ளிசராலே அதிக அளவிற்கு விரும்பப்படுகிறது. ஏனெனில், க்ளிசராலின் வினைமுனை எண் மூன்று. ஆகையால் இரு முனைகளிலுமுள்ள —OH தொகுதிகள் சங்கிலிகளை உருவாக்கப் பயன்படுகையில் இடையில் உள்ள —OH தொகுதி குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் தோற்றுவிக்க உதவுகிறது. க்ளிசராலும் தாலிக் அன்ஹைட்ரைடும் சுருக்குவினைப்பட்டு விளைவிக்கும் ஆல்கைடு பிசினின் தோற்றம் (படம் 8-ல்) அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

க்ளிப்டால் பிசின்கள் பக்குவமடைய, அதாவது கடினமாக நீண்ட நேரமாகும். இதனுல், பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிப்பில் இதற்குத் தேவை இல்லை. பூச்சுகளில் பயன்

[1] இரு நீர்மங்களின் கலவை ஒரே நீர்மமாகத் தனிக் கொதிநிலையுடன் இருந்தால் அக் கலவைக்கு இப் பெயர் வழங்கப்படுகிறது.

படுத்தினுல் இந்த நிதானமான பக்குவம் (slow cure) பூச்சுப் படலத்திற்குச் சிறிதே வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையையும், பெயர்ந்துவிடாத இயல்பையும் அளிக்கிறது.



படம் 8.
க்ளிப்டால் (ஆல்கைடு) பிசின் மூலக்கூறு

பூச்சுகள் அனைத்திலும் கண்டிப்பாக இடம் பெற வேண்டிய ஒரு தன்மை பூச்சுப்படலத்தில் வெடிப்பு ஏற்படாமல் இருப்பதே. பூச்சு எவ்வளவு உயர்ந்ததாக இருப்பினும் பூசப்பட்ட பரப்பி லிருந்து எளிதில் விடுபடாமல் இருப்பது படலம் தொடர்ச்சியாக இருப்பதைப் பொறுத்தது. ஆகையால், பூச்சின் நொறுங்கும் தன்மையைக் குறைப்பதற்கு முயல வேண்டும். படலம் மென்மையானதாகவும், வளைந்து கொடுக்கக் கூடியதாகவும் இருந்தால் எளிதில் நொறுங்காது. ஆகையால், மென்மை யூட்டிகளைச் சேர்த்தல் நலம்.

மற்றப் பூச்சுகளைவிட (ஃபீனுலிக், ஈபாக்சி போன்றவை) பல்எஸ்டர் அல்லது ஆல்கைடு பூச்சுகளை மென்மையூட்டுவதில் ஓர் இலாபம் உள்ளது. மென்மையூட்டிகளில் பெரும்பாலானவை அமிலங்களாகவோ, ஆல்கஹால்களாகவோ, எஸ்ட்டர்களாகவோ இருப்பதால் பல்எஸ்டர்களுடன் இணக்கமாகச் செயல் புரிகின்றன. பலபடியும் மென்மையூட்டியும் ஒரே வகை வேதியியற் பொருள்களாக இருப்பதனுல் இரண்டிற்குமிடையில் வலுவான பிணைப்புகள் ஏற்பட வாய்ப்பு உள்ளது.

க்ளிசராலுக்குப் பதிலாகக் க்ளிசரில் மானேஸ்டியரேட்டை (Glyceryl monostearate) உபயோகித்தால், கிடைக்கும் பிசின் மென்மை கூடியதாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் ஸ்டியரேட் தொகுதியின் நீளமே. இந்த நீண்ட தொகுதி அண்டைச்

சங்கிலிகளிடையே திரையைப் போல் நின்று பிசினின் கடினத் தன்மையைக் குறைக்கிறது.

மேற்கண்ட விளைவை மற்றொரு விதத்திலும் பெறலாம். கொழுப்புச் சத்து கொண்ட எண்ணெய்களை (fatty oil) க்ளிசரா லுடன் வினைப்படுத்தினால் க்ளிசராலில் ஒரு OH தொகுதி மட்டும் எஸ்டர் ஆக்கல் வினைக்குட்பட்டு மற்றைய —OH தொகுதிகள் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும். இந்த மானோ க்ளிசரைடை தாலிக் அன்ஹைட்ரைடுடன் கலந்து பலபடி யாக்கினால் உயர்ந்த பூச்சுகள் கிடைக்கும். மேற்கண்ட செயல் முறையினால் க்ளிசராலின் வினைமுனை எண் மூன்றிலிருந்து இரண்டாகக் குறைக்கப்படுவதால் பிசின் இளகவல்ல நெகிழி யாகவும், பூச்சுகளில் பயன்படும் ஆளிவிதை எண்ணெயில் கரையக்கூடியதாகவும் இருக்கும். இந்த ஆல்கைடு பிசினுக்கு எண்ணெயால் திருத்தப்பட்ட பிசின் (oil-modified alkyd resin) எனப் பெயர்.

க்ளிசராலை மேற்கண்டவாறு பகுதி எஸ்டராக்க உதவும் எண்ணெய்கள் உலரும் வகையைச் சார்ந்தனவாகவோ (நிறைவு பெருதவையாகவோ), உலராத வகையைச் சார்ந்தனவாகவோ (நிறையுற்றவையாகவோ) இருக்கலாம்.

உலராத எண்ணெய்களால் திருத்தப்பட்ட பிசின் யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு பிசினை மென்மையூட்டவும், நைட்ரோ செல்லுலோஸ் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட பளபளப்பான பூச்சு களான லாக்கர் (lacquer) களில் ஓர் அங்கமாகவும் பயனு கின்றன.

உலரும் எண்ணெய்களால் திருத்தப்பட்ட பிசின்கள் மூன்று வகையானவை:

(1) **எண்ணெய் நிறைந்தவை** (Long oil alkyd): இவற்றில் 60 சதவிகிதம் எண்ணெய் கலக்கப்பட்டிருக்கும். ஒயிட் ஸ்பிரிட் (white spirit) எனும் பெட்ரோலியப் பொருளில் கரைந்து விரைவில் உலரும் வார்னீஷாகப் பயன்படுத்தலாம்.

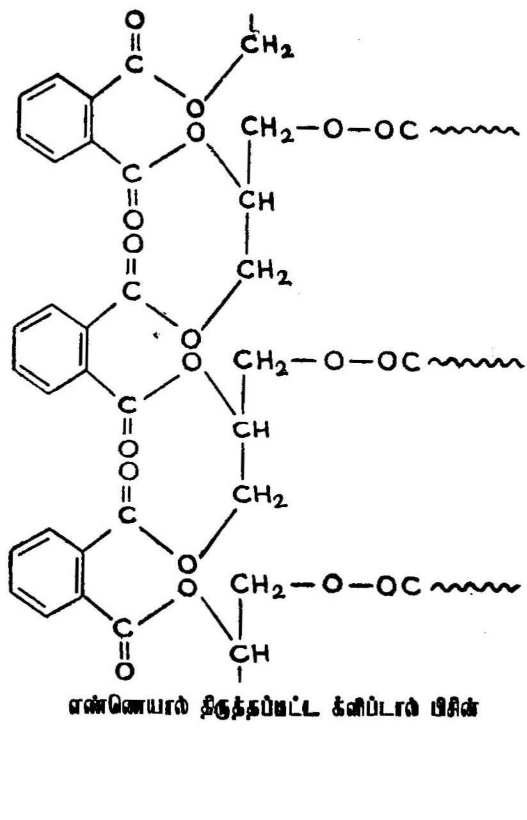
(2) **எண்ணெய் மிதமாகக் கொண்டவை** (Medium oil alkyd): 45 முதல் 60 சதவிகிதம் வரை எண்ணெய் உள்ளடக்கியவை, இவை ஒயிட் ஸ்பிரிட்டில் கரையா. ஆனால் அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களில் கரைக்க இயலும். இவை வெப்பத்தில் உலரும் எனாமலில் (stoving enamel) இடம் பெறுகின்றன.

(3) **எண்ணெய் குறைவாகப் பெற்றவை** (Short oil alkyd): 45 சதவிகிதத்திற்கும் குறைவான அளவில் எண்ணெய் பயன் படுத்தப்பட்டிருக்கும். இவையும் ஒயிட் ஸ்பிரிட்டில் கரை யாதவை.

உலரும் எண்ணெய்களில் இடம்பெறும் நீண்ட நிறைவுரு தொகுதிகளில் ஒன்று லினோலினிக் அமிலத்தொகுதியாகும். இது க்ளிசராலுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டுக் கிடைக்கப்பெறும் மானோ க்ளிசரைடின் தோற்றம்:

$$H_2C\text{-}O\text{-}CO\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}CH\text{-}{}_2CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$$
$$|$$
$$CH\text{-}OH$$
$$|$$
$$H_2C\text{-}OH$$

இந்த நீண்ட சங்கிலியே பிசினை மென்மையாக்க உதவு கின்றது கீழ்க்காணும் திருத்தப்பட்ட பிசின் மூலக்கூறில் இச் சங்கிலி சுருக்கமாக ~~~~~~ எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.



எண்ணெயால் திருத்தப்பட்ட க்ளிப்டால் பிசின்

தாலிக் அன்ஹைட்ரைடுடன் மலியிக் அன்ஹைட்ரைடையும் கலந்து ஆல்கைடு பிசின் தயாரித்தால் அது விரைவில் உலரும்.

ஆல்கைடு பிசின்கள் மற்றப் பிளாஸ்டிக் பூச்சுகளான ஈபாக்சி, ஃபீனலிக் ஆகியவற்றுடன் கலவையாக உபயோகிக்கச் சிறந்தது. ஏனெனில், ஆல்கைடு பிசின்களின் மூலப்பொருள் களில் உள்ளது போன்றே இந்தப் பிசின்களிலும் ஆல்கஹால் தொகுதிகள் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. ஆகையால், இவ்விரு வகைப் பிசின்களும் ஆல்கைடு பிசின்களுடன் இணக்கமாகச் செயல்பட முடிகின்றது.

பல்எஸ்டர் தயாரிப்பில் பயன்படும் சில ஆல்கஹால்களும், அமிலங்களும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு	எதிலீன்க்ளைகால்
மலியிக் அன்ஹைட்ரைடு	ப்ரொபிலீன் க்ளைகால்
சக்சினிக் அமிலம் (Succinic acid)	க்ளிசரால் (Glycerol)
அடிபிக் அமிலம் (Adipic acid)	அல்லைல் ஆல்கஹால் (Allyl alcohol)
சபேசிக் அமிலம் (Sebacic acid)	பெண்டா எரித்ரிடால் (Penta erythritol)

தன்மைகள்

பல்எஸ்டரின் தன்மைகள் குறுக்குப் பிணைப்பிற்குப் பயன் படுத்தப்படும் பொருளைப் பொறுத்தது. ஸ்டைரீனுக்குப் பதிலாக மீத்தைல் மெத்தக்ரிலேட், டை.அல்லைல்தாலேட் ஆகிய எஸ்டர்கள் இவ்வகையில் பயன்படுத்தக் கூடியவையே. ஆனால், ஸ்டைரீன் மலிவானது. எந்தப் பல்எஸ்டருடனும் எளிதில் இணங்கும் இயல்புடையது. ஸ்டைரீனுடன் இணைப் பலபடியாக்கிய பல் எஸ்டர் நல்ல மின் காப்பேந்தியாகப் பணிபுரியும். மீத்தைல் மெத்தக்ரிலேட்டைக் குறுக்குப் பிணைப்பாகக் கொண்ட பல்எஸ்டர் தட்ப வெப்பநிலையில் ஏற்படக்கூடிய திடீர் மாற்றங்களுக்கு ஈடு கொடுக்கக்கூடியது.

பல்எஸ்டர்கள் அவற்றின் பெயரிலேயே குறிப்பிட்டுள்ளது போல் எஸ்டர் தொகுதியைக் கொண்டவை. ஆகையால், எல்லாப் பல்எஸ்டர்களும் வீரியமுள்ள காரங்களில் நீராற்

சிதைவுறுபவையே. இவ்வினை பல்எஸ்டர் உருவாகும் வினைக்கு எதிர்வினை. எஸ்டர் உண்டாகும்போது வெளியாகும் நீரைத் தக்க முறையில் மீண்டும் சேர்த்தால் ஆல்கஹாலையும் அமிலத்தையும் திரும்பப் பெறலாம்.

பயன்கள்

டெரிலீன் இழை பருத்தியைவிட நேர்த்தியானது; பட்டைவிட மலிவானது என்பது கண்கூடு; தவிர, பருத்தியைப் போல் நீரை உறிஞ்சாது, கசக்கினாலும் சுருக்கம் விழாது; பருத்தியைவிட வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல் கூடுதலாய்ப் பெற்றது; கம்பளியைப் போன்று வெதுவெதுப்பை அளிக்கக் கூடியது. உற்பத்தி செய்யப்படும் டெரிலீனில் பெரும்பகுதி நம் ஆடைத் தேவையைப் பூர்த்தி செய்யவே செலவாகிறது என்றாலும், படலங்கள் மின் காப்பீட்டிற்கும் பயன்படுகின்றன. மேல்நாடுகளில் அறுவை சிகிச்சைக்கு நோயாளியை எடுத்துச் செல்லும் 'ஸ்ட்ரெச்சர்கள்' (stretchers) மெலினக்ஸ் (melinex) எனப்படும் பல்எஸ்டர் படலத்தினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இம் மெல்லிய படலம் மிகப்பருத்த நோயாளியையும் எளிதில் தாங்குகிறது. டெரிலீன் மீன் பிடிக்கும் வலைகள், நீர்புக வொட்டாமல் தடுக்கும் டார்பாலின்கள் ஆகியவற்றிற்கும் சில வருடங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கதிர்வீச்சினால் மின் காப்பீட்டு வலுவை இழக்காத ஒரே பிளாஸ்டிக் மைலார் (டெரிலீன்). மேலும், பல்எஸ்டர்களிலேயே டெரிலீன் ஒன்றுதான் அறை வெப்பத்தில் நீரால் சிதைவுறுவதில்லை. (ஆனால், உயர் வெப்ப நிலைகளில் ஈரம் மிகுந்த சூழ்நிலையில் சிதைவுற்று அயனிப் பொருள்களையோ நீரை எளிதில் உறிஞ்சும் (hygroscopic) பொருள்களையோ தருகிறது. இதனால், மைலார் அல்லது டெரிலீனின் மின்தடைத்திறன் ஆயிரம் மடங்கு வரை குறைந்து விடுகிறது.)

டெரிலீன் மின்னழுத்த மாற்றிகளுக்கான சுற்றுகளின் (transformer windings) மீது மின் காப்பீடு செய்யச் சிறந்த படலம். ஏனெனில் —60°C முதல் + 150°C வரை தன்மை மாறாது. மேலும், பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே இழுவலு மிகுந்தது டெரிலீனும் நைலானுமேயாகும்.

பல்எஸ்டர் பூச்சுகளின் பயன்களைத் தயாரிப்பின் கீழ் விவரித்துள்ளோம். பெயிண்ட் கலவையில் இன்றியமையாத

தெனக் கருதப்பட்ட ஈய வெள்ளையை (white lead) ஆல்கைடு பிசின்கள் வெளியேற்றிக் கொண்டிருக்கின்றன.

இழைக்கண்ணாடியால் வலிமையூட்டப்பட்ட பல்எஸ்டர் (Glass-reinforced polyester or fibre reinforced polyester)

ஈபாக்சிகளைப் போன்றே பல்எஸ்டர்களும் பக்குவமடையும் போது உடன் விளைபொருள்கள் எவற்றையும் விடுவிப்பதில்லை. ஆதலால், குறைந்த அழுத்தத்திலேயே தகடுகளைத் தயாரிக்கலாம். இத் தகடுகளுக்கு அடிப்படையான பொருள்கள் பலவகையானவை என்ருலும் கண்ணாடி இழைதான் புகழ் பெற்றது. இதனுல்தான் இத் தகடுகள் தலைப்பில் கண்ட பெயரைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றைச் சுருக்கமாக *GR*P என்ருே, *FR*P என்ருே குறிப்பிடலாம்.

வலிமையூட்டப்பட்ட கற்காரையில் (reinforced concrete) எஃகு எந்தப் பணியைச் செய்கிறதோ அதே பணியை GRP-ல் கண்ணாடி இழையிடம் எதிர்பார்க்கிருேம்.

பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு வலிமையூட்ட கல்நார், மைகா, காகிதம், துணி போன்று நமக்கு எளிதில் கிட்டும் பொருள்கள் பலவிருக்க இழைக்கண்ணாடியை நாடுவதேன்? இதற்கு ஒரு சிறந்த காரணம் இருக்கிறது. கண்ணாடிக்கு இறுதி இழுவலிமை (ultimate tensile strength) சதுர அங்குலத்திற்கு 5,00 000 பவுண்டுகள் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனல், நடைமுறையில் இந்த இழுவலிமை நமக்குக் கிட்டுவதில்லை. கண்ணாடியின் நொறுங்கும் தன்மையே இவ்விடர்பாட்டிற்குக் காரணம்.

சில ஆண்டுகட்கு முன் இராயல் சொசைட்டி ஆப் லண்டன் ஏற்பாடு செய்த கூட்டமொன்றில் விஞ்ஞானி ஒருவர் கண்ணாடியாலான மெல்லிய தகடொன்றைக் கையால் அலை வடிவில் வளைத்து நெளியச் செய்தார். அவருடைய சாதனையின் கருத்து என்னவெனில், கண்ணாடியை உடைக்கவோ நொறுக்கவோ இயலாத வடிவில் தயாரிக்க இயலும் என்பதேயாகும். ஆனல், அதற்கு இரண்டே வழிமுறைகள்தான் உள்ளன.

40,000-க்கும் மேற்பட்ட இரகங்களில் தயாரிக்கப்படும் கண்ணாடிகளில் (கண்ணாடி என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட வேதியியல் அமைப்பினைக் கொண்ட தூய பொருள் அல்ல என்று நூல்

முகத்திலேயே கூறியுள்ளோம்) வலிமை மிகுந்த வகையைத் தேர்ந்தெடுத்தல் ஒரு தீர்வாகும். ஜான் மார்லி என்பவரால் தயாரிக்கப்பட்ட தூய்மையான சிலிக்கா கண்ணாடி சதுர அங்குலத்திற்கு 20,00,000 பவுண்டுகள் இழுவலிமை பெற்றதாக இருந்தது. கண்ணாடியை வலுப்படுத்த அதன் பரப்பிலுள்ள குறைகளை நீக்கும் வகையில் சூடேற்றி மெல்ல குளிர்விக்கலாம் (anneal).

ஒரு கண்ணாடித் தகட்டைவிட அதே கண்ணாடியாலான இழை பன்மடங்கு வலிமை கூடுதலாகப் பெற்றுள்ளது. இழுக்கப்படுகையில் எந்த ஒரு பொருளும் விரிவுகண்டு பின்பு இரண்டாக உடையும் என்பது உண்மையாயினும், கண்ணாடி இழை உடையும்போது 5 சதவிகிதம் தான் நீட்சியுறுகிறது. இழைக் கண்ணாடியின் மீட்சிக் குணகம் (விறைப்புத் தன்மை) ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 10 மிலியன் பவுண்டுகள். மேலும், இழைக்கண்ணாடி 600°C வரை தாங்கும்.

பல் எஸ்டரை வலிமையூட்ட ஈடுபடுத்தப்படும் கண்ணாடி இழை ஒரே இழையாக இருத்தல் நலம். விண்வெளிக் கப்பல்கள் சிலவற்றின் கூடுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட கண்ணாடி இழைகளின் நீளத்தை இங்குக் குறிப்பிடுவது பொருத்தமாக இருக்கும். சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அமெரிக்காவில் செலுத்தப் பட்ட போலாரிஸ் (polaris) விண்வெளிக் கப்பலின் கூடு கண்ணாடி இழையால் வலிமையூட்டப்பட்ட பல் எஸ்டரினாலானது. இழையின் நீளம் 270,000 மைல்கள். அஃதாவது, அதை நீட்டினால் பூமியிலிருந்து நிலாவுக்கு உள்ள தூரத்தை அளக்கலாம்.

இழை வடிவிலான கண்ணாடியில் ஒரு குறை உள்ளது. கண்ணாடித் தகட்டைவிட எளிதில் வேதியியல் பொருள்களால் அரிக்கப்படும் இயல்பு உள்ளது. இங்குதான் பல் எஸ்டரின் உதவித் தேவைப்படுகிறது. GRP-ல் வலிமை கண்ணாடியிலிருந்தும், அரிமானத்தை எதிர்க்கும் ஆற்றல் பல் எஸ்டரிலிருந்தும் கிடைக்கிறது. பல் எஸ்டர் பிசின் GRP-க்கு வடிவத்தையும் அளிக்கிறது.

0·00025" ஆரமுள்ள இழைக் கண்ணாடியால் வலிமையூட்டப்பட்ட பல் எஸ்டர் தகடு ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 250 டன்கள் வரை இழுவலிமை பெற்றதாக உள்ளது. மிகவும் வலுவான எஃகுத் தகட்டைவிட வலிமைமிக்க அதே நேரத்தில் இலேசானதாகவும் இருப்பதால் கனரக பொறியியற் சாதனங்களைத் (heavy engineering equipment) தயாரிக்க, பெருமளவில் GRPஐ

நாடும் நிலை ஏற்பட்டுள்ளது (GRP-ன் அடர்த்தி எண் எஃகின் அடர்த்தி எண்ணில் சுமாராக ஐந்தில் ஒரு பங்கே யாகும்). ஆனல், GRP எஃகைவிட வலையுயர்ந்தது. ஆனல், கறைபடா எஃகைவிட மலிவானது.

GRP ஐத் தயாரிக்கப் பல செயல் முறைகள் வழக்கத்தி லுள்ளன. அவற்றுள் கம்பிச்சுற்று முறையில் (filament winding) உருவாக்கப்படும் அமைப்புகள் கூடுதல் வலிமை பெற்றனவாக உள்ளன. இம் முறையில் இழைக் கண்ணுடியாலான இணையாக அடுக்கப்பட்ட பட்டைகள் பல் எஸ்டர் - ஸ்டைரீன் கலவையில் நனைத்து எடுக்கப்படுகின்றன. பிறகு சுற்றும் சுழற்றண்டு ஒன்றின்மேல் அவை இறுக்கமாகப் பின்னப்படுகின்றன. அடுக் கடுக்காக மேலும் மேலும் சுற்றித் தேவையான பருமன் கிடைத்த வுடன் பக்குவப் படுத்தப்படுகின்றது. இச் செய்முறை மூலம் 80 சதவிகிதம் கண்ணுடி உள்ள GRP தயாரிக்கலாம். சுழற்றண்டு சுழற்றக் கூடியதாகவோ உருக்கக் கூடியதாகவோ இருத்தல் அவசியம். ஏனெனில், அமைப்பு உருவானவுடன் சுழற்றண்டு விலக்கப்பட வேண்டும்.

GRP தயாரிக்க உதவும் மற்றச் செய்முறைகளில் ஈரமாகப் பதித்தலும் (wet - lay up process), தெளித்துப் பதித்தலும் (spray - up technique) குறிப்பிடத்தக்கவை.

GRP-ன் வலிமைக் கண்ணுடி : இது பிசின் விகிதத்தையும், இழை சுற்றப்பட்டிருக்கும் விதத்தையும் பொறுத்தது. ஒரு திசையில் மட்டிலுமே இணை இழைகளாகச் சுற்றப்பட்டுள்ளனவா குறுக்கும் நெடுக்குமாகப் பின்னப்பட்டுள்ளனவா என்பதை யொட்டி வலிமையும் மாறுபடுகிறது. GRP ன் தாக்கு வலிமை (impact strength) வியக்கத்தக்கது. சாதாரணமாக ஓர் உலோகத்தை நசுங்கவும் உருமாறவும் செய்யப் போதுமான தாக்குவிசை GRP யிலான தகடுகளை ஒன்றும் செய்ய இயலாது. இளகவல்ல நெகிழிகளைப் போலல்லாமல் தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளிலும் இவை நொறுங்காத பண்புற்றவை.

GRP வலிமைக் குறைந்த (வீரியமற்ற) அமிலங்களாலும், காரங்களாலும், எண்ணெய்களாலும், முனைவற்ற கரைப்பான்க ளாலும் கரைக்கவோ சிதைக்கவோ முடியாதவை. ஆனல், கண்ணுடி இழையின்மீது படர்ந்திருக்கும் படலம் (பிசின்) விரிசலற்று இருத்தல்வேண்டும். இல்லையேல் அரிமானம் ஏற்படுவது எளிதாகலாம். நிரப்பிகளும், நிறமேற்றிகளும் GRP-ன் வேதியியல் தன்மையைப் பாதிக்காதனவாக

இருத்தல் அவசியம். சிலிக்காவை நிரப்பியாகவும், டைட்டானியம் டையாக்சைடை நிறப்பொருளாகவும் சேர்க்கலாம்.

GRP வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் கடத்தாப் பொருள். ஆகையால், GRP அமைப்புகளுக்கு மின் காப்பீடு தேவையில்லை.

கார்களும், படகுகளும், வேதியியற் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கவும் தயாரிக்கவும் பயனுகும் தொட்டிகளும், தொழிற் கூடங்களுக்கான மேற்கூரைகளும் GRPயினுல் தயாரிக்கப் படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளில் புகைபோக்கும் கூடுகள் (chimmeys) செய்யவும், அடர்ந்த அமிலங்களைக்கொண்டு செல்லும் டாங்கர் (tankers) களை அமைக்கவும் GRP சிறந்தது. பெட்ரோலிய எண்ணெய் சேமித்து வைக்கப்படும் தொட்டிகளுக்கு GRP உள்ளுறை (lining) அளிக்கப்படுகிறது. அமெரிக்காவில் பெட்ரோலியம் எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களை GRPயினுல் தயாரிக்கின்றனர். PVC குழாய்களைக் காட்டிலும் இவற்றிற்கு வலிமை அதிகம். 2" குழாய் சதுர அங்குலத்திற்கு 300 பவுண்டுகள் வரை அழுத்தம் தாங்கும். இந்தியாவில் GRP குழாய்களின் தயாரிப்பு இன்னமும் துவக்கப்படவில்லை. அரிக்கப்பட்ட பாகங்களைப் பழுது பார்க்கவும் இட்டு நிரப்பவும் பல் எஸ்டர் - கண்ணாடிக் கலவைகள் சிமிண்டுகளைப்போல கைகொடுக்கின்றன. இவற்றைப் பூசி மெழுகும் பொருள்கள் (patching compounds) என்பர்.

பல் எஸ்டர்கள் அனைத்திலுமுள்ள ஒரு பெரிய குறை அவை பக்குவப் படும்போது சுருங்குதலாகும். நிரப்பிகளைத் தக்கவாறு சேர்த்து இக் குறையை ஓரளவுக்குப் போக்கலாம் என்ருலும், ஈபாக்சியையும், சிலிக்கோனையும் பயன்படுத்துமளவிற்கு இவை மின்னணுவியலில் ஈடுபடுத்தப்படவில்லை என்பது இக் குறையின் விளைவுகளுக்குப் பயந்தேதான் என்பதில் ஐயமில்லை.

8. ஈபாக்சி பிசின்கள்

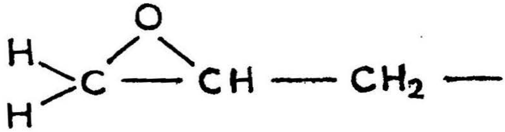
(EPOXY RESINS)

பீங்கான் அல்லது கண்ணாடி சாமான் உடைந்துவிடுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். உடைந்த பகுதிகளைத் திரும்பப் பொருத்தி ஒட்டுவதற்குச் சாதாரண கோந்து உபயோகிக்கலாமா? சாதாரண கோந்தினால் காகிதம் போன்ற கனம் குறைவான பொருள்களைத்தான் இறுத்தி வைத்துக்கொள்ள இயலும். இயற்கையில் கிடைக்கும் கோந்துகளின் வேதியியல் அமைப்புகள் வலிமையுள்ள பொருள்களாலான இரு பரப்புகளை ஒருங்கிணைக்க ஏற்றவையல்ல. இதுபோன்ற தேவைகளுக்குச் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட கோந்துகள் கிடைக்கின்றன. பல்வைனைல் அசிட்டாலையும், ஃபீனலிக் பிசினையும் கலந்து கோந்து தயாரிக்கலாம். அக்ரிலிக்குகளைக் கோந்துப் பொருளாக்கலாம். இவை யாவும் இருந்தாலும் தொகுப்பு முறையில் தயாராகும் (synthetic) ஒட்டுவிப்பிகளிலேயே ஈபாக்சி பிசின் தான் சிறந்தது.

கிரேக்க மொழியில் 'எபி' (epi) என்றால் 'மேல்' என்பதும், 'இடையே' என்பதும் பொருளாகும். ஒரு மூலக்கூறில் முன்பே தமக்குள் இணைக்கப்பட்ட இரு கார்பன் அணுக்கள் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவாலும் இணைக்கப்படுமாயின் அம் மூலக்கூறுக்கு ஈபாக்சி (epoxy) என்ற அடைமொழி வழங்கப்படுகிறது.

ஈபாக்சி பிசின்கள் இரு வகையானவை

(1) எபிக்ளோர்ஹைட்ரின் (epichlorhydrin) எனும் பொருளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுபவை.



ஈபாக்சைடு தொகுதி

(2) ஓலிஃபின்களில் இரட்டைப் பிணைப்பு உள்ள இடத்தில் ஈபாக்சி தொகுதியைப் புகுத்தி அதன் விளைவாகக் கிடைக்கும் பொருளை ஆதாரமாகக் கொண்டவை. முதல்வகைப் பிசின்களே பிரசித்தி பெற்றவை.

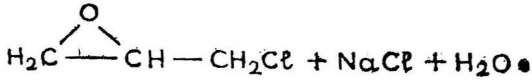
முதல்வகைப் பிசின்கள் எபிக்ளோர்ஹைட்ரினும், பிஸ்ஃபீனல்-A (Bisphenol-A) எனும் பொருளும் குறுக்க வினைபுரிவதால் கிடைக்கின்றன.

எபிக்ளோர்ஹைட்ரின் கீழ்க்கண்ட விதத்தில் தயாரிக்கப் படுகிறது :

$$H_2C{=}\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}{-}H \xrightarrow[\text{(க்ளோரின்)}]{+Cl_2} H_2C{=}\overset{\displaystyle CH_2Cl}{\overset{|}{C}}{-}H \xrightarrow{HOCl} ClH_2C{-}\underset{\displaystyle HO}{\underset{|}{\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{C}}}}{-}HC_2Cl$$

ப்ரொபிலீன் அல்லைல் க்ளோரைடு டைக்ளோர்ஹைட்ரின்

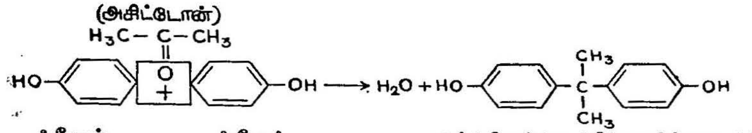
[HOCl : ஹைபோக்ளோரஸ் அமிலம்] ↓ NaOH



(எபிக்ளோர்ஹைட்ரின்)

இவ் வினைகளின் தொடக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் ப்ரொபிலீன் பெட்ரோலியத்திலிருந்தும் நிலவாயுவிலிருந்தும் பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது.

ஈபாக்சி பிசின் தயாரிப்பில் மற்றொரு மூலப்பொருளான பிஸ்ஃபீனல் - A இரு ஃபீனல் மூலக்கூறுகளும் ஓர் அசிட்டோன் மூலக்கூறும் சுருக்கு வினைப்படுவதால் கிடைக்கிறது.



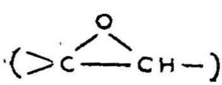
ஃபீனல் ஃபீனல் பிஸ்ஃபீனல் (டைஃபீனோலால்ப்ரொபேன்)

(ஃபீனல் மூலக்கூறில் 5 மூலைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் ஒரு கார்பன் அணுவும் உள்ளன என்பதை நினைவில் கொள்ளவேண்டும்.)

சில ஈபாக்சிகளுக்கான ஒருபடிகள் ஸோயாபீன் எண்ணை போன்ற தாவர எண்ணெய்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. செயற்கை ரப்பர் தயாரிக்க உதவும் ப்யூட்டாடையீன் எனும் பொருளிலிருந்தும் ஈபாக்சைடு தயாரிக்கலாம்.

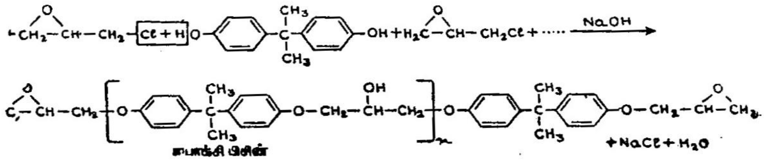
வினையின் போக்கு

பிஸ்ஃபீனல் மூலக்கூறில் உள்ள இரு —OH தொகுதிகளில் ஒன்று இடது புறமுள்ள எபி க்ளோர்ஹைட்ரின் க்ளோரின் அணுவுடன் இணைந்து HCl மூலக்கூறைப் பிரித்து வெளியேற்றுகிறது. மற்றொரு —OH தொகுதியில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணு வலதுபுறமுள்ள எபி க்ளோர்ஹைட்ரினின் ஈபாக்சி பாலத்தை



உடைத்து அதனுடன் இணைகிறது. ஈபாக்சைடு தொகுதி மூலக்கூறில் அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொறுத்துத்தான் வினை நடக்கும்.

பிசினின் மூலக்கூறு எடையைப் பொறுத்து அது நீர்மமாகவோ திண்மமாகவோ உருவாகிறது. பிசினில் n-ன் மதிப்பு சுழி (zero) யாக இருந்தால் பிசின் டை ஈபாக்சைடு (di-epoxide) எனும் நீர்மமாக மூலக்கூறு எடை = 340) இருக்கும். n-ன் மதிப்பு பத்தை அடையும்போது பிசின் உயர் உருகுநிலையுடைய (high melting) திண்மமாகிறது. ‘n’=26 ஆனல், மூலக்கூறு எடை 8000ஐ எட்டி விடுகிறது. மூலக்கூறு எடை எபி க்ளோர்ஹைட்ரின் : பிஸ்ஃபீனல் மோலார் விகிதத்தைப் பொறுத்தது.



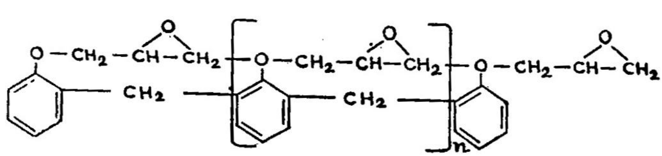
ஈபாக்சி பிசின்

தயாரிப்பு முறை

மூலப் பொருள்களின் கலவையை 50°C-ல் பிசின்கெட்டிலில் செலுத்தி மெல்லச் சூடேற்றி அரைமணி நேரத்தில் 115°C-க்குக் கொண்டு வரவேண்டும். இதற்கிடையில் வினைவேகமாற்றியைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்க்க வேண்டும். எரிகாரம்தான் இங்கு வினை வேகமாற்றியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வினையை மேலும் அரைமணி நேரத்திற்கு நீடித்து வினைவாகும் பொருளைக் காரவினைவேகமாற்றி நீங்கும்வரை வெந்நீரில் கழுவ வேண்டும். இறுதியில் வெப்பநிலையை 130°C வரை உயர்த்தி மிகுதியான நீரை வெற்றிட வகுத்துப் பகுத்தல் முறை மூலம் வெளியேற்ற வேண்டும். இப்பொழுது பிசின் நீர்ம நிலையிலோ, திண்ம நிலையிலோ இருப்பது மூலப் பொருள்களின் மோலார் விகிதத்தைப் பொறுத்தது. எபிக்ளோர்ஹைட்ரின் கூடுதலான அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தால், பிசின் நீர்மமாகவும், பிஸ்ஃபீனல் கூடுதலாக சேர்க்கப்பட்டிருந்தால் பிசின் திண்மமாகவும் உருப் பெறுகிறது. இவ் வினையில் உடன்விளை பொருளான சோடியம் க்ளோரைடை அகற்றுவது சிக்கலான பிரச்னையாக இருந்து வந்தது. இப் பொருளை அகற்றும் முறையைப் பொறுத்தே உற்பத்தியாகும் பிசினின் அடக்கவிலை அமைகிறது என்றால் மிகையில்லை.

ஈபாக்சியில் பிற வகைகள்

பிஸ்ஃபீனலுக்குப் பதிலாக ஃபீனல் — ஃபார்மால்டிஹைடு பிசினை உபயோகித்து 'ஈபாக்சி நோவோலாக்' எனும் பிசின் தயாரிக்கலாம்.



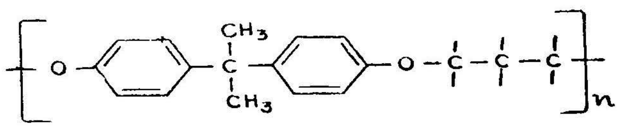
ஈபாக்சி நோவோலாக்

ஈபாக்சைடு தொகுதி மூலம் இவற்றில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. சாதாரண ஈபாக்சி பிசினில்

சங்கிலியின் முனைகளில் மட்டுமே ஈபாக்சி தொகுதிகள் இடம் பெற்றுள்ளன. ஈபாக்சி நோவோலாக்கிலோ ஒவ்வொரு கண்ணியிலும் (chain link) ஓர் ஈபாக்சைடு பாலம் உள்ளது. இதனால் தான் அண்டைச் சங்கிலிகளுடன் குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துவது எளிதாகிறது.

நிறைவுறாத எண்ணெய்களையும் (unsaturated oils), ஹைட்ரோ கார்பன்களையும் (unsaturated hydrocarbons) ஈபாக்சி தொகுதியைப் புகுத்திய பின்பு எபிக்ளோர்ஹைட்ரினுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம்.

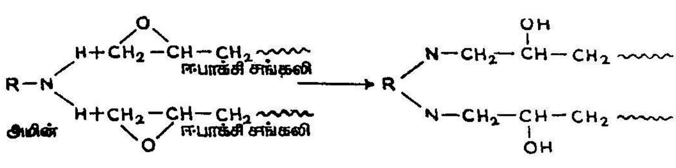
முற்றிலும் இளகவல்ல ஈபாக்சிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை "ஃபீனாக்சிகள்" என வழங்கப்படுகின்றன:



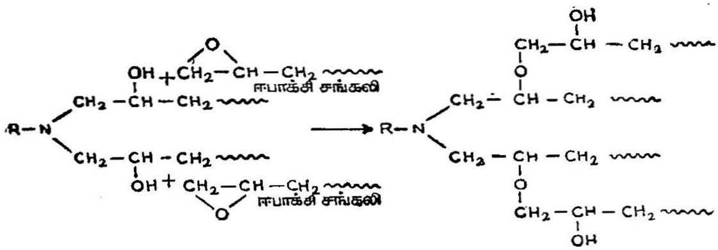
பக்குவமாக்கல்

பக்குவப்படுத்தாத ஈபாக்சி பிசினுக்கு ஒரு பயனும் இல்லை. பக்குவப்படுத்தாத ஈபாக்சியில் குறுக்குப் பிணைப்புகள் அறவே இல்லை எனலாம். பக்குவப்படுத்துகையில் பலவகை வினைவேக மாற்றிகள் பயனாகின்றன. இவை குறுக்குப் பிணைப்புகளை உண்டாக்கி பிசினைக் கடினப்படுத்துவதால், கடினப்படுத்தும் பொருள்கள் (hardeners) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானவை அமின்கள் எனப்படும் அங்ககக் காரங்களும், அமில நீரிலிகளும் (acid anhydrides) ஆகும்.

அமின்கள் பின்வருமாறு வினைப்படுகின்றன:



புதிதாகத் தோன்றியுள்ள —OH தொகுதிகள் மீதமுள்ள ஈபாக்சி பிசினுடன் இணைந்து மேலும் குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.



இவ்வினையில் தோன்றியுள்ள —OH தொகுதிகள் மேலும் குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தி பக்குவத்தை இறுதியாக்கு கின்றன. ஈபாக்சி நோவோலாக் பிசின்கள் அமின்களின் உதவியால் எளிதில் விரைவில் பக்குவமாகின்றன. (மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் ~~~~~ என்ற வளைகோடு ஈபாக்சி பலபடியின் சங்கிலியைக் குறிக்கிறது. உள்ளமைப்புகள் இங்கு அவ்வள வாக அவசியமில்லாததால் விவரிக்கப்படவில்லை).

தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு (Phthalic anhydride) பக்குவ வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டால் விளைவாகும் பக்குவ முற்ற பிசின் பூச்சுகளுக்குச் சிறந்தது.

அமின்கள் அறை வெப்பநிலையில் (20°C) மிக விரைவாகப் (45 நிமிடங்களில்) பக்குவப்படுத்துகின்றன. நீரிலிகள் பக்குவத் திற்குச் சுமார் 14 மணி நேரம் எடுத்துக் கொள்கின்றன. வெப்ப நிலையும் குறைந்தது 100°C தேவை. அமின்கள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவை. மேலும், உயர்வெப்ப நிலையில் பக்குவமாகும் பிசின் உயர்வெப்ப நிலையிலும் இளகாது. இதனால்தான் தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு (ஈபாக்சி பூச்சிகளைப் பக்குவப்படுத்த) சிறந்ததெனக் கூறினோம்.

போரான் சேர்மங்கள் (Boron compounds) சிலவற்றைப் பக்குவப்படுத்தும் வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுத்தினால் வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல் கொண்ட பிசின்கள் கிடைக்கும். மேற்சொன்ன வற்றைத் தவிர, சில சிறப்பான குறுக்குப்பிணைப்பு ஏற்படுத்தும் பொருள்களையும் (crosslinking agents) பயன்படுத்தலாம். ஈபாக்சி தொகுதி வினைத்திறன் மிக்கதோர் அமைப்பாதலால் பல் எஸ்டர், ஃபீனிக், சிலிக்கோன், பல் அமைடு, பல்சல்ஃபைடு போன்ற மற்றைய பிசின்களுடனும் வினைப்படும். இதனால் ஈபாக்சி கலப்பு பிசின்களின் எண்ணிறந்த இரகங்கள் கிடைக்க வழியுண்டு.

பக்குவ வினையூக்கிகளாகப் பயனுறும் அமின்களாவன: ஹெக்சா, பிப்ரடின் (piperidine), ட்ரைஎதனைல் அமீன் (triethanol amine). நீரிலிகளில் தாலிக் அன்ஹைட்ரைடு சிறந்தது.

வார்ப்புத் தூளில் பிசின், பக்குவப்படுத்தும் வினையூக்கிகள் ஆகியவை தவிர கீழ்க்கண்ட பொருள்கள் இடம் பெறுகின்றன:

(1) விளாவிகள் (dilutents) எனும் பொருள்கள் பிசினின் பாகியலைச் சரிசெய்யவும், அதிக அளவில் நிரப்பிகளைப் பிசின் ஏற்பதற்கு வழி வகை செய்யவும் உதவுகின்றன. விளாவிகளாக எபிக்ளோர் ஹைட்ரினையோ, டொலுவீனையோ பயன் படுத்தலாம்.

(2) மென்மையூட்டிகள் (plasticisers) பிசினின் நொறுங்கும் தன்மையைக் குறைக்க உதவுகின்றன. பல் அமைடுகளும், பல் எஸ்டர்களும் இவ்வகையில் சிறந்தவை. ட்ரைக்ரெசைல் ஃபாஸ்ஃபேட் (tricresylphosphate) பிளாஸ்டிக்கின் மீள் தன்மையைக் கூட்டுகிறது.

(3) நிரப்பிகள் பிசினின் விலையைக் குறைக்கவும், இறுதி கட்ட வினைபொருளில் (finished product) சுருக்கம் ஏற்படாது தடுக்கவும், வெப்பத்தினால் விரியும் இயல்பைக் கட்டுக்குள் வைத்திருக்கவும், பக்குவம் நிகழ்கையில் வெளியாகும் வெப்பத்தை மட்டுப் படுத்தவும் உதவுகின்றன. மைகா, சிலிகா, அலுமினியம் ஆக்சைடு, சலவைக்கல்தூள், பல்சல்ஃபைடு போன்று பலவகை நிரப்பிகள் ஈபாக்சி பிசினுக்குப் பொருந்து கின்றன. பல்சல்ஃபைடு நெகிழும் தன்மையையும், சலவைக்கல் தூள் விறைப்புத் தன்மையையும் அளிக்கவல்ல பொருள்கள்.

(4) வார்ப்பு அச்சிலிருந்து வார்ப்படத்தை எளிதில் விடுவிக்க உதவும் உயப்பொருள்களாக சிலிக்கோன்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஈபாக்சி பிசினின் தன்மைகள்

ஈபாக்சி பக்குவப்படுகையில் வாயுக்கள் வெளிவிடப்படுவதில்லை. பக்குவம் மூலக்கூறு இடமாற்றத்தால் (molecular rearrangement) மட்டுமே நிகழ்வதால் வார்ப்பு அச்சில் இவை சுருங்குவதில்லை.

பக்குவப்படுத்தப்பட்ட ஈபாக்சி பிசின் எளிதில் அங்ககக் கரைப்பான்களில் கரையாது. ஆனால், க்ளோரினை மூலக்கூறு

களில் கொண்ட கரைப்பான்களில் (chlorinated solvents) பருத்துப் பெருகும். ஈபாக்சி சிறந்த அரிதில் கடத்தி. அமீன் வினையூக்கிகளைக் கொண்டு பக்குவப்படுத்தப்பட்ட ஈபாக்சி பிசின்கள் மின்முனைவு சற்று கூடுதலாகப் பெற்றவை. இதனால் இவற்றில் மின் இழப்பு சிறிது கூடுதலாக உள்ளது (அத்தியாயம் 22). அமில வினை யூக்கியைக்கொண்டு பக்குவமான பிசினில் மின் முனைவு குறைவு (less polar). உயர் வெப்ப நிலையில் இரண்டு ரக பிசின்களிலுமே மின்இழப்பு அதிகமாகின்றது. வினையூக்கியின் மூலக்கூறில் ஃபீனைல் தொகுதி இடம் பெற்றால், இந்த மின் இழப்பு சற்றே குறையக் கூடும்.

ஈபாக்சியில் மின்சாரத்தை வெப்பமாக மாற்றி வெளியே சிதறவிடும் தன்மை அறவே இல்லை. மின்னோட்டத்தினால் வலுவும் இழப்பதில்லை. ஈரத்தில் சில ஈபாக்சி பிசின்கள் மின் சாதனங்களில் பயனாகும் செப்புக் கம்பிகளை அரித்து விடுகின்றன.

பக்குவப்பட்ட பிசின் மூலக்கூறில் அரோமாடிக் தொகுதிகள் (aromatic groups) மலிந்து காணப்பட்டால் அப் பிசின் வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படாது. அறுகோணவளைய (cyclohexyl) அமைப்பும் வெப்பம் தடுக்கும் ஆற்றலைத் தருகிறது. அமின் தொகுதிகளும், —OH தொகுதிகளும் அதிக அளவில் இடம் பெறக்கூடாது, ஏனெனில், அவை பிசினின் நிலையிறக்கத்திற்கு (degradation) அடி கோலுபவை. நோவோலாக்குகள் உயர் வெப்பத்திலும் நிலையிறக்கம் காண்பதில்லை.

இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள பிசின்களிலேயே எந்த பரப்பின் மீதும் ஒட்டக் கூடியது ஈபாக்சி ஒன்றுதான். அப் பிசினின் ஒட்டும் இயல்பு அதன் மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ராக்சைடு தொகுதியினால் கிடைக்கிறது. இந்த ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் ஒட்டப்படும் பரப்பின் மேலுள்ள செல்லுலோஸ் நார்களுடனோ (ஒட்டப்படும் பகுதி மரமாக இருந்தால் செல்லுலோஸ் நார்கள் பரப்பில் இடம் பெறுகின்றன), ஆக்சைடுகளுடனோ (ஒட்டும் பகுதி உலோகத்தாலானதாக இருப்பின் அதன் மேற்பரப்பில் ஈரம் தங்கி உலோக ஆக்சைடுகளை விளைவிக்கும்) ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

பிசின்களிலேயே அதிக நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது ஈபாக்சி. பிசினில் ஃபீனல் தொகுதிகள் இடம் பெறுமையால் ஈபாக்சிகளின் வண்ணம் மாறுவதில்லை.

பயன்கள்

ஈபாக்சி பிசின்களில் பெரும்பங்கு ஒட்டுவிப்பி தயாரிப்பில் செலவாகிறது. ஒன்ருேடொன்று பிணைய இசையாத (incompatiable) இரு பரப்புகளை (எடுத்துக்காட்டாக, உலோகம்-மரம், கண்ணாடி-ரப்பர் போன்ற பரப்புச் சேர்க்கைகளை) நன்கு ஒட்டவைக்கிறது. அறை வெப்பநிலையிலேயே அழுத்தம் கொடுக்காமலேயே பக்குவமடைவதால் இவ்வொட்டுவிப்பியை உபயோகிப்பதில் சிரமங்கள் எவையும் இல. அரிதில் கடத்தியாதலால் இரு வேறு உலோகப் பகுதிகளை இணைப்பதுடன் இரு பரப்புகளுக்கு மிடையில் ஒரு மின்கடத்தாத் திரை போன்று குறுக்கே நிற்கிறது. இதனுல் இரு வேறு உலோகப் பகுதிகள் இணையும் இடத்தில் தவிர்க்க முடியாததான மின்வேதியியல் அரிமானம் (electrochemical corrosion) இங்குத் தடுக்கப்படுகிறது.

ஃபீனுலிக்குகளையோ, பல்எஸ்டர்களையோ உலோகத்துடன் பிணைக்க ஈபாக்சி ஒட்டுவிப்பிகளையே பயன்படுத்துகின்றனர். ஆனுல், பல் எதிலீன், பல் வைனைல் க்ளோரைடு ஆகியவற்றுடன் இணைப்பு அவ்வளவு இறுக்கமாக இல்லை. கற்காரை (concrete)ச் சுவர்களின் உலோகங்களைப் பொதித்து விடவும், நுண்துளை மலிந்த (porous) கலைப்பொருள்களைத் தயாரிக்கவும் (சுத்தமான கூழாங்கற்களை ஈபாக்சி நீர்மத்துடன் கலந்து வார்ப்பு அச்சில் ஊற்றி பக்குவப் படுத்தலாம்.), வேதியியற் பொருள்களைத் தேக்கி வைக்கும் தொட்டிகளின் மூடிகளை இணைக்கவும். பெயிண்ட் பிரஷ் இழைகளைப் பிடியுடன் இணைக்கவும் பயனுகிறது. ஒட்டுப் பலகைத் தயாரிப்பில் ஈபாக்சி ஒட்டுவிப்பிகள் பயனுவதில்லை யென்ருல், அதற்கு அவை விலையுயர்ந்திருப்பதே காரணம்.

ஈபாக்சிகள் அரிதில் கடத்திகளாயினும் சிறிது வெள்ளிப் பொடியைக் கலந்து பிசினை மின் கடத்தியாக மாற்றலாம். ஈபாக்சி - வெள்ளிக் கலவைகள் உலோகங்களை இணைக்கும் பற்ருசு (solders) களாகப் பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக, பற்ருசுகள் உயர் வெப்பநிலைகளில்தான் செயல் புரியக்கூடியவை. ஆனுல், இந்தப் பற்ருசு அறை வெப்பநிலையிலேயே பயன் படுத்தக்கூடியது. வெப்பத்தினுல் பாதிக்கப்படும் மின்னணுவியல் அமைப்புகளை ஒட்டுவதற்கு இப்பற்ருசு சாலச் சிறந்தது (ட்ரான் சிஸ்டர்களும் டையோடுகளும் 65°C-க்கு மேல் தாங்காதவை). முற்றிலும் மாறுபட்ட தன்மைகளைக்கொண்ட இரு பரப்புகளைப் பற்ருசு முறைப்படி இணைக்க ஈபாக்சி தவிர வேறு பொருள் இல்லை.

பற்ருசு செய்யு முன்பு உலோகப்பரப்பின்மேல் படிந்திருக்கக் கூடிய ஆக்சைடு படலங்களை நீக்கி உலோகத்துடன் பற்ருசை நன்கு ஒட்டுவதற்கு இளக்கி (flux) கள் என்ற பொருள்களால் உலோகப் பரப்பு சுத்தம் செய்யப்படவேண்டும். எடுத்துக் காட்டாக, ஈயம் பூசு முன்பு பாத்திரங்களை நவச்சாரம் (sal ammoniac) கொண்டு தேய்ப்பதைப் பார்த்திருக்கிருேம். ஈபாக்சி பற்ருசுகளுக்கு இளக்கிகள் தேவையில்லை. ஆதலால், நுணுக்க மான மின்னணுவியல் பாகங்களை இளக்கிகள் மாசுபடுத்தும் அபாயம் இல்லை. ஈபாக்சி - வெள்ளிக் கலவைப் பற்ருசுகள் தூளாகவும், கூழாகவும், மாத்திரை வடிவத்திலும் கிடைக்கின்றன. பதிவு மின் சுற்று இணைப்பு (printed circuit) களில் இவற்றிற்கு நல்ல கிராக்கி.

ஈபாக்சி ஒட்டுவிப்பிகள் இரு பகுதிகளாக விற்கப்படு கின்றன. ஒருபகுதி பிசினையும், மற்றது வினையூக்கியையும் கொண்டிருக்கின்றன. உடைந்த பொருளின் இரு பகுதிகளின் விளிம்புகளையும் நன்கு கழுவிவிட்டுப் பிசினையும் வினையூக்கி யையும் கலந்து பூச இரு பகுதியையும் ஒட்டவைத்து உலர வைத்தால், இரு பகுதிகளும் இரண்டற இணைந்து விடுகின்றன. சற்றே சூடாக்கிஞல் பக்குவம் விரைவில் நிகழும். ஈபாக்சி ஒட்டு விப்பிகள் அரால்டைட் (araldite) என்ற பெயரில் தயாரிக்கப் படுகின்றன. பிசினையும் வினையூக்கியையும் (hardener) ஒரே அளவில் கலக்கவேண்டும்.

பூச்சுகள்

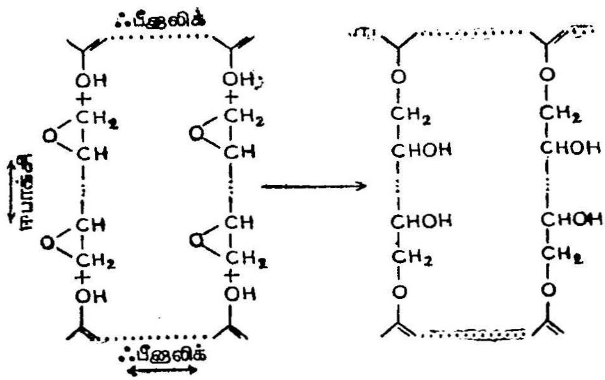
ஆல்கைடு பூச்சுகளைவிட ஈபாக்சிகள் ஒருவகையில் உயர்ந் தவை. முனைவுள்ள தொகுதிகளைக் கொண்டிருப்பதால் பூச்சு நன்ருக ஒட்டுகிறது. மேலும், ஈபாக்சிகளிலுள்ள ஈதர் தொகுதிகள் ஆல்கைடுகளின் எஸ்டர் தொகுதிகளைவிட நிலையானவை. எனவே, ஆல்கைடு படலம் நீராற் சிதைவுற்று (hydrolysed) பெயர்ந்துவிடுவது போன்று இங்கு நிகழாது.

ஈபாக்சி பூச்சுகள் நன்ருக ஒட்டக்கூடியவை என்ருலும், பெயிண்ட் படலம் முழுமையாகப் பரப்பை மறைக்குமாறு நிரப்பு வதற்கு மற்ற பிசின்களுடன் கலவையாக உபயோகித்தல் அவசியமாகிறது. ஃபீஞலிக்குகளுடனும் அமிஞே பிளாஸ்ட்டு களுடனும் இரண்டறக் கலந்து பூசிஞல் கரைப்பான்களிலும், அமிலங்களிலும் கரையாத தன்மை ஈபாக்சியில் பெரிதும் கூடுகிறது. வேதியியல் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படும் பெரிய தொட்டிகளுக்கு உட்சுவர்களில் ஈபாக்சி பூச்சு

அளிக்கப்படுகிறது. அமுங்கும் (collapsible) பற்பசைக் குழாய்களின் மேற்பரப்புகளுக்கும் இப்பூச்சு சிறந்தது. ஏனெனில், இக் குழாய்களை அமுக்கும்போது நசுங்கிய இடங்களில் பூச்சு பெயர்ந்துவிடாமல் இருக்கவேண்டும்.

பல் அமைடு - ஈபாக்சி கலப்புப் பிசினை கம்பளித் துணிக்கு மெல்லிய பூச்சாக உபயோகித்தால் கம்பளியில் சுருக்கம் விழுவது தடுக்கப்படுகிறது. மடிப்பு கலையாது.

அணைக்கட்டுகளும், நீரைச் சுமக்கும் கற்காரையினாலான குழாய்களும் முறையே தேங்கி நிற்கும் நீரினாலும் பாய்ந்தோடும் நீரினாலும் அரிக்கப்படுகின்றன. அணைக்கட்டுச் சுவர்களுக்குப் பிளாஸ்டிக் பூச்சு கொடுப்பது செலவைக் கணக்கிடுகையில் சாத்தியமான செயல் அல்ல. கற்காரையாலான குழாய்களுக்கு ஈபாக்சி பூச்சு சிறந்தது. 10 மி. மீ முதல் 15 மி. மீ. வரை கனமுள்ள பூச்சு தேவைப்படும். இதற்கு ஒன்றன்மீது ஒன்றாக இரண்டு பூச்சுகள் கொடுக்க வேண்டும். (அடிப் பூச்சில் பிசின்: கடினமாக்கும் வினையூக்கி (hardener) விகிதம் 5:1. மேல் பூச்சில் பிசின், வினையூக்கி மற்றும் சுத்தமான மணல் கலந்த ஒரு தயாரிப்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது.) கற்காரைக் குழாய்களுக்கான ஈபாக்சி பூச்சு (5 மி. மீ. தடிமனுக்கு) ஒரு சதுர மீட்டருக்கு ரூ. 75/- ஆகும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதே அளவு கனமுள்ள எஃகுத் தகட்டைவிட இது விலையுயர்ந்தது.



(ஃபீனலிக் ஈபாக்சி கலப்புப் பிசின்)

வார்ப்படங்கள்

ஈபாக்சி வார்ப்புத்தூளின் பயன்கள் மிகக்குறைவு. காரணம் கட்டுப்படியாகாத விலை. ஈபாக்சி பிசின் வார்ப்பு அச்சில்

சுருங்காததாலும், பரிமாணத்தை நிலை நிறுத்திக் கொள்வதாலும் மின்னழுத்த மாற்றிகள் (transformers) போன்ற மின்சாதனங்கள் தயாரிப்பில் ஓரளவு பயன்படுகிறது.

ஊற்றி வார்ப்பதற்கு (casting) ஈபாக்சி நீர்மங்கள் சிறந்தவை. எந்தப் பிசினுயினும் அதன் தனித்தன்மைகளைவிட அதைப் பயன்படுத்தும் முறையே அதன் பயன்களை நமக்கு முழுமையாகக் கிடைக்க வழி செய்கிறது. மின்னணுவியல் அமைப்புகளில் (electronic components) ஈபாக்சி நீர்மங்களைப் பயன்மிக்க வழியில் பயன்படுத்துகின்றனர். மின்னணுவியல் சாதனங்களை ஈபாக்சி பிசின்களில் பொதிவு செய்தோ (embedding), பொருத்தியோ (encapsulation) ஈரம் புகவிடாமல் காக்கின்றனர். இங்கு இருவகைப் பிசின்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகப் பயனுகின்றன அவையாவன: அரல்டைட் (Araldite) பெட்டிகள்; அரல்டைட் மாத்திரைகள் (E - form pellets). முதலில், எந்த மின்சாதனத்தைப் பாதுகாக்க வேண்டுமோ அதன் அளவிற்கு (முதல்வகை பிசினால்) ஒரு வார்ப்பு கச்சித மாகத் தயாரிப்பர். இவ் வார்ப்பினுள் சாதனத்தைப் பொருத்தி இடைவெளியில் (இரண்டாவது வகை) ஈபாக்சி மாத்திரைகளை அடைத்துச் சூடேற்றுவர் இப்பொழுது ஈபாக்சி மாத்திரைகள் உருகி இடைவெளியை நிரப்புகின்றன. இம் முறைக்கு "E-Pak system" எனப் பெயர்.

தொழிற்கூடங்களில் பயனுகும் கருவிகளை ஈபாக்சி பிசினல் தயாரிக்கலாம். ஈபாக்சி பிளாஸ்டிக் கருவிகள் இலேசானவை, மலிவானவை, எளிதில் தயாரிக்கக்கூடியவை.

தகடுகள்

கண்ணுடியால் வலுவூக்கப்பட்ட ஈபாக்சி தகடுகள் பதிவு மின் சுற்றுகளைப் பொருத்துவதற்குத் தேவைப்படும் அட்டைகள் தயாரிப்பிற்குப் பயனுகின்றன. இவைதவிர, தொலைக்காட்சிக் கருவி (Television), உயர்ரக வானொலிப் பெட்டி, தொலைபேசிகள், ரேடார் சாதனங்கள் ஆகியவற்றில் பயனுகிறது. ஈபாக்சி தகடு உற்பத்தியில் முக்கால் பங்கு கணிப்பொறித் தொழிலில் (computer industry) செலவாகிறது. மின்னணுவியல் துறையில் பயன்படும் தகடுகளிலேயே ஈபாக்சி ஒன்றுதான் அமெரிக்க மின்னணுவியல் துறையின் தர நிர்ணயங்களுக்கு ஈடு கொடுக்கிறது.

நுரைகள் :

ஈபாக்சி பிசின்களை நுரைக்கச் செய்ய அசோ சேர்மங்களைக் (azo compounds) கலந்துவிடுவது வழக்கம். இச் சேர்மங்கள்

சூட்டில் நைட்ரஜனை வெளிவிடுகின்றன. ஈபாக்சி நுரைகளை அம்மோனியம் பைகார்பனேட் கொண்டும் நுரைக்கச் செய்ய லாம். மேற்கண்ட சேர்மங்களில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கலந்த ஈபாக்சி பிசினை பெயிண்ட் கலவையைப் போன்றே பயன் படுத்த லாம். நுரை தேவைப்படும் அமைப்பில் இக் கலவையைப் பூசிச் சூடேற்றவேண்டும். ஈபாக்சியைப பல்ஸ்டைரீனுடன் கலந்தும் பயன்படுத்தலாம். ஃபீனுலிக் பிசினுலான நுண்ணிய கோளங்களைப் பெட்ரோலியத் தொட்டிகளிலிருந்து எண்ணெய் ஆவியாகாமல் தடுக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர் என்று ஃபீனு லிக்குகளைப் பற்றிய விவரணத்தில் கூறினேம். இக் கோளங்களை ஒருங்கிணைக்க ஈபாக்சி பிசின் நல்லதோர் ஒட்டுவிப்பியாகும்.

ஈபாக்சி பிசின் பிளாஸ்டிக் தொழிலில் பெரிதும் விரும்பப் படுவதற்கு அதன் சுருங்காத தன்மையும், எந்தப் பரப்புடனும் எளிதில் ஒட்டும் இயல்பும், தகுந்த பக்குவவினையூக்கிகளைக் கொண்டு பிசினின் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய வாய்ப்பும், தக்க நிரப்பிகளின் உதவியால் பிசினை நெகிழ்ச்சிமிக்கதாகவோ, கடினமானதாகவோ அமைக்கக்கூடிய வசதியுமே முக்கிய காரணங்கள். வேறு சில பிசின்களைப் போலவே ஈபாக்சியின் பயனிற்கும் தடையாக இருப்பது அதன் அடக்கவிலையே.

9. சிலிக்கோன்கள்

(SILICONES)

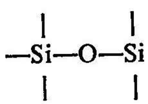
நம் உடலில் எலும்பைத் தவிர மற்ற அமைப்புகள் யாவும் கார்பன் அணுக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டவையான அங்ககப் பொருள்களாலானவை. எலும்பிலும்கூட கொல்லஜன் என்ற புரதம் அடங்கியுள்ளது. இது ஓர் அங்ககப் பொருள். அங்ககப் பொருள்கள் உயர் வெப்பத்தைத் தாளமாட்டா. இவ்வுண்மை அறிவியல் அடிப்படையில் கதை புனையும் எழுத்தாளர்களுக்கு ஓர் அருமையான கற்பனையை நல்கியுள்ளது. பூமியை விட பன்மடங்கு வெப்பம் கொண்ட பரப்புடைய கோள்களில் உயிர்கள் வாழ முடியுமென்றால் அப் பிராணிகளின் உடற்கூற்றில் அங்ககப் பொருள்கள் இடம் பெற்றிருக்க முடியாது. சுருங்கச் சொன்னால், கார்பனை அடிப்படையாகக் கொண்ட செல்களுக்கு (cells) அங்கு இடமில்லை. கார்பனையொத்த குணங்களையுடைய சிலிக்கனின் சேர்மங்கள் அவ் வுயிரினுக்களில் இடம் பெற்றிருக்கலாம் என ஊகிக்கின்றனர். சிலிக்கன் சில தன்மைகளில் கார்பனை ஒத்திருந்த போதிலும், கார்பன் சேர்மங்கள் எண்ணிலடங்காதவை. சிலிக்கன் சேர்மங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை ஏறக்குறைய 16,000 எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. கார்பன் சிறிய அணு. சிலிக்கன் பெரிய அணு. இதனால் கார்பன் மற்ற அணுக்களுடன் திரிபின்றி இணைய முடிகிறது. சிலிக்கனால் முடிவதில்லை. சிலிக்கன் சேர்மங்கள் கார்பன் சேர்மங்களைவிட எளிதில் நீராற் சிதைவுறுபவை.

சிலிக்கனின் மேற்கண்ட குறைகளை நன்கு அறிந்திருந்தும் ஓர் ஆர்வத்தால் உந்தப்பட்ட பேராசிரியர் கிப்பிங் (Kipping) கார்பனுக்கு உள்ளது போல் ஒரு கரிம வேதியியலைச் சிலிக்கனுக்கும் தேட முயன்றார். அவர் அதில் வெற்றி பெறவில்லை

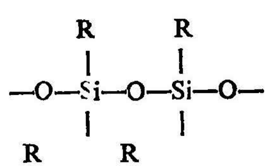
யெனினும், சிலிக்கன்—கார்பன் இனக் கலப்பிற்கு வித்திட்டார். அவருடைய முயற்சியின் பலன் நாம் இயற்கைப் பொருள்களில் காண முடியாத "ஒரு பிணைப்பு". அதுதான் Si—C பிணைப்பு. இப் பிணைப்பு சிலிக்கோன்களில் இடம் பெற்றுள்ளது. கிப்பிங் சிலிக்கோன்கள் தயாரிப்பிற்கு அடிக்கல் நாட்டினுர் என்ருலும், அவை பயன்படாத சேர்மங்கள் என ஒதுக்கிவிட்டார். பின்னர் ரோசோ (Rochow) என்பவரால் எடுத்து வளர்க்கப்பட்ட "செல்லப் பிள்ளைகளே" சிலிக்கோன்கள் எனப்படும் விலையுயர்ந்த பலபடிகள் ஆயின.

சிலிக்கோன்கள் பகுதி—அங்ககப் பலபடிகள் (semi—organic polymers): அவை சிலிக்கன், ஆக்சிஜன், கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய நான்கு தனிமங்களைத் தன்னகத்தே கொண்டவை, [அவற்றிற்குப் பல்சைலாக்சேன் (polysiloxane) என்பது மறு பெயர்.] சிலிக்கோன் மூலக் கூற்றின் முதுகெலும்பு சிலிக்கன்—ஆக்சிஜன் பிணைப்புகள். (பல்வேறு பிணைப்புகளையும் உடைக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவுகள் 3-ஆம் அத்தியாயத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன). Si—O பிணைப்பு, C—C பிணைப்பையும். C—H பிணைப்பையும்விட உறுதியானது. Si—O பிணைப்பின் இந்த உறுதியால் தான் சிலிக்கோன்கள் உயர் வெப்பநிலைகளிலும் சிதைவுருமல் நிலைத்து நிற்கின்றன.

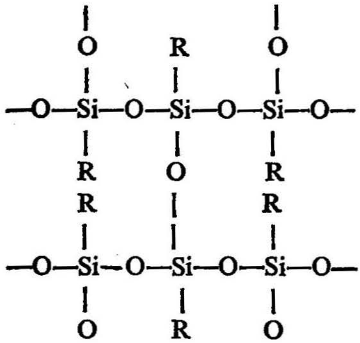
ஒவ்வொரு சிலிக்கன் அணுவும் ஆக்சிஜன் அணுக்களைத் தவிர ஓரிரண்டு மீத்தைல் ($—CH_3$) தொகுதிகளுடன் இணைந்துள்ளன மீத்தைலுக்குப் பதிலாக ஈத்தைல், ஃபீனைல் ஆகிய தொகுதிகளைக் கொண்ட சிலிக்கோன்களும் உண்டு. இவ்வாறு இந்த அங்ககத் தொகுதிகளை மாற்றியும், Si—O சங்கிலிகளின் நீளத்தை மாற்றியும் நம் தேவைக்கேற்ற தன்மைகளுடைய சிலிக்கோனைத் தயாரிக்கலாம். இம் மூலக்கூறுத் தையற் கலையின் மூலம் நீர்மமான சிலிக்கோன் முதல் சூட்டில் வளைவு விழக்காத பிசினன சிலிக்கோன் வரை பல்வேறு வகைகளில் தொகுக்கலாம்.



சைலாக்சேன் தொகுதி



சிலிக்கோன் சங்கிலி



R: அங்ககத் தொகுதிகள் (மீத்தைல், ஈத்தைல், ஃபீனைல் போன்றவை)

வலையமைவு கொண்ட சிலிக்கோன்

இரண்டாவது உலகப் போருக்கு முன் ரோசோ (Rochow) என்பார் ஆல்கைல் ஹாலைடு (Alkyl halides) களையும், அரைல் ஹாலைடுகளை (Aryl halides) யும் சிலிக்கன் எனும் தனிமத்துடன் சூடேற்றி க்ளோரோ சைலேன்கள் (chlorosilanes) என்ற பொருள்களைத் தயாரித்தார். தனிம தாமிரத்தை (elemental copper) வினைவேக மாற்றியாகப் பயன்படுத்தினர். இந்த க்ளோரோசைலேன்கள் தாம் சிலிக்கோன்களுக்கு மூலப் பொருள்கள்.

$$2CH_3Cl + Si \xrightarrow[300°C]{Cu} (CH_3)_2\,SiCl_2$$
டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன்

$$3CH_3Cl + Si + 2Cu \longrightarrow (CH_3)_2\,SiCl + {}_2CuCl$$
ட்ரைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன்

க்ளோரோசைலான்கள் மூன்று வகையானவை:

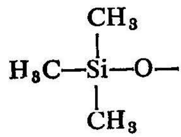
(1) மீத்தைல் க்ளோரோசைலேன் (Methyl chlorosilane)

(2) டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன் (Dimethyl chlorosilane)

(3) ட்ரைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன் (Trimethyl chlorosilane)

இவை தனித்தனியாகவோ, கலவையாகவோ நீராற் சிதைவுற்று (hydrolysed) சிலிக்கோன்களை அளிக்கின்றன.

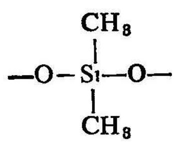
ட்ரைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேனை நீராற்சிதைவு செய்தால் ட்ரைமீத்தைல் சைலாக்ஸி (Trimethyl siloxy) எனும் உறுப்பு கிடைக்கும். இதைச் சுருக்கமாக T-கூறு என்று கூறுவோம்.



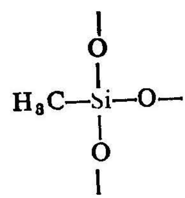
T—கூறு

இவ்வுறுப்பில் வினைத்திறன் மிக்க தொகுதி ஒன்றுதான் உள்ளது. ஆகையால், இது பலபடிச் சங்கிலியின் இரு முனைகளாக இருக்கவே பயன்படும் அதாவது, பலபடியாக்கல் நடக்கும்போது சங்கிலியின் இரு முனைகளுடனும் இவ்வுறுப்பு வினைபுரிந்து பலபடியாக்கலை முடிவுக்குக் கொண்டு வரக் கூடியது.

டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன் நீராற் சிதைவுறும்போது டைமீத்தைல் சைலாக்ஸி (Dimethylsiloxy) எனும் உறுப்பு (சுருக்கமாக D-கூறு என்று வழங்கலாம்) கிடைக்கிறது.

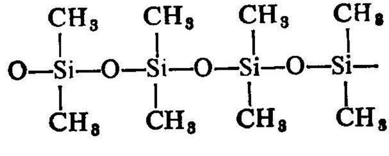


D—கூறு

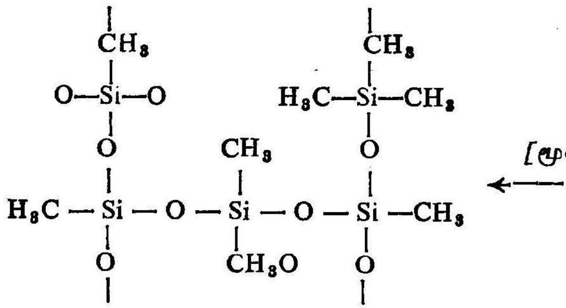


M—கூறு

D-கூறில் இரு வினைத்திறன் மிக்க முனைகள் இருப்பதால் இவை பலபடியாகையில் இருபுறமும் பரவி நேர்ச் சங்கிலிகளை உருவாக்குகின்றன சங்கிலிகள் ஏற்பட இவை காரணமாக இருப்பதால், சிலிக்கோன்களின் தொகுப்பில் இவை முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. இச் சங்கிலிகளின் தோற்றம் பின்வருமாறு இருக்கும் :



மானோமீத்தைல் க்ளோரோசைலேனை நீராற் சிதைவு செய்தால் மூன்று வினைத்திறன் கொண்ட தொகுதிகள் அடங்கிய உறுப்பு (M-கூறு எனலாம்) கிடைக்கும்.

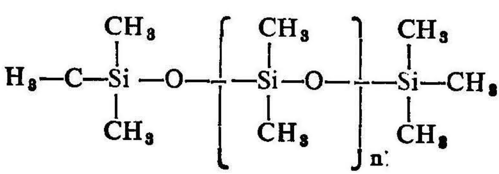


[மூன்று கூறுகளும் இணைந்த அமைப்பு]

இவை மூன்று பரிமாணங்களிலும் பரவக்கூடியது. D-கூறினால் உருவாகும் சங்கிலிகளைக் குறுக்குப் பிணைப்பால் இணைக்க இவை உதவும். இதனால் வலையமைவு ஏற்பட ஏதுவாகும்.

மேற்கண்ட மூன்று கூறுகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு பலவகை சிலிக்கோன்களைத் தயாரிக்கலாம்.

சுமார் 500 D-கூறுகளைக் கொண்ட ஒரு சங்கிலியின் இரு முனைகளும் T-கூறுகளால் மூடப்பட்டிருந்தால் அப் பலபடி எண்ணெய் வடிவில் இருக்கும். இந்தச் சிலிக்கோன் எண்ணெய் அல்லது பாய்மம் (silicone fluid) அடுத்த சில பக்கங்களில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.



n=500 என்றால், பலபடி எண்ணெய் வடிவத்திலும்,

n=10,000 என்றால், பலபடி கோந்து வடிவத்திலும் இருக்கும்.

D-கூறுகளாலான மிகப்பெரிய சங்கிலிகள் கோந்து (gum) வடிவம் பெறுகின்றன. இந்தக் கோந்து சில வினை வேக மாற்றி

களுடனும் நிரப்பிகளுடனும் கலக்கப்பட்டு ரப்பராக்கப்படுகிறது. சிலிக்கோன் ரப்பரின் மூலக்கூறு எடை 4,00,000 முதல் 7,00,000 வரை இருக்கலாம்.

D-கூறுகளும் M-கூறுகளும் கலந்து இணைந்தால் குறுக்குப் பிணைப்பு மிகுந்த வலைக்கூடு உருவிலான பிசின் (resin) உண்டாகிறது. இந்தப் பிசினிலிருந்து சிலிக்கோன் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாராகின்றன.

எந்தச் சிலிக்கோன் பலபடியும் மேற்கூறிய மூன்று வகைகளுள் (எண்ணெய், ரப்பர், பிசின்) ஒன்றாகத்தான் இருக்க முடியும்.

எண்ணெயில் மீத்தைல் : சிலிக்கன் (CH_3 : Si ratio) மோலார் விகிதம் இரண்டுக்கு மேற்பட்டும், கோந்துகளில் கிட்டத்தட்ட இரண்டாகவும், பிசினில் இரண்டுக்குக் குறைந்தும் காணப்படும்.

சிலிக்கோன் எண்ணெய் (Silicone fluid)

டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேன் நீராற் சிதைவுறுகையில் சைலேன்டையால் (silanediol) எனும் நிலையற்ற unstable) மூலக்கூறுகள் விளைகின்றன. அவை ஒன்றோடொன்று சுருக்குவினை புரிந்து நீண்ட சங்கிலிகளை உருவாக்குகின்றன. இச் சங்கிலிகளைச் சிறியனவாக அமைக்கச் சங்கிலி ஓடுக்கிகள் (chain stoppers) பயன்படுகின்றன T-கூறுகள் சிறந்த சங்கிலி ஓடுக்கிகள். அதாவது, டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேனையும், ட்ரை மீத்தைல் க்ளோரோசைலேனையும் கலந்து நீராற் சிதைத்தால் எண்ணெய் கிடைக்கும். எண்ணெயின் பாகுத்தன்மை இவ்விரு பொருள்களின் விகிதத்தைப் பொறுத்தது.

சிலிக்கோன் எண்ணெய்கள் பல சிறப்பியல்புகள் கொண்டவை :

(1) இவற்றின் பாகுத்தன்மை வெப்பநிலை மாற்றத்தால் சிறிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. பெட்ரோலிய எண்ணெய்களைவிட இவற்றில் வெப்பநிலை மாற்றத்தால் ஏற்படும் பாகியல் மாற்றம் ஐம்பது மடங்கு குறைவு.

(2) வெப்பத்தால் சிதையாதவை.

(3) அழுத்தத்தினால் இவற்றின் பருமன் 14 சதவிகிதம் குறைகிறது. அங்கக நீர்மங்கள் 6 சதவிகிதமே சுருங்கு கின்றன.

(4) நீருடனோ வேறெந்தப் பரப்புடனோ எளிதில் ஒட்டாதவை.

(5) வேதியியற் பொருள்களால் பாதிக்கப்படமாட்டா.

(6) கத்தரிப்பு விசைக்கு (shear) நன்கு ஈடு கொடுக்கின்றன.

(7) தொகுப்பு முறையை மாற்றி அமைத்துத் தேவையான பாகுத்தன்மை கொண்ட எண்ணெயைத் தயாரிக் கலாம்.

சிலிக்கோன் எண்ணெய்களிலுள்ள ஒரு பெரிய குறை: காமா கதிர் வீச்சில் (γ-radiation) அவை சிதைந்து ஹைட்ரஜன், மீதேன், ஈதேன் முதலிய வாயுக்களை விடுவிக்கின்றன. இதனால் கதிர்வீச்சுக்கு இலக்காகும் அமைப்புகளில் இவை பயனுறா.

உலோகத்தாலான ஸ்பிரிங்குகளுக்குப் பதிலாகச் சிலிக்கோன் எண்ணெயைப் பயன்படுத்துவதில் ஓர் இலாபம் உண்டு. சிலிக்கோன் சுருள்வில்களை (springs) அதிக அளவுக்கு அழுத்தலாம். அமுக்கப்படும் இயல்பு (compressibility) மிகுந் தவை. இவ் வியல்பு காரணமாகவே இவற்றை விமானங்களில் அதிர்வு தாங்கும் அங்கங்களாக (shock absorbers) பயன்படுத்து கின்றனர். பாய்ம இணைப்புகள் (fluid couplings) சிலிக்கோனால் தயாராகின்றன.

விரைவு வானூர்திகளில் (high-speed aircraft) அமைக்கப் படும் தாங்கிகள் (bearings) மிக உயர் வெப்பநிலைகளுக் குட்படுத்தப்படுகின்றன. இவ் வெப்பநிலைகளில் சாதாரண உயவுப் பொருள்கள் விரைவிலேயே சிதைந்தும், நீர்த்தும் விடுகின்றன. இப்பயனுக்கு எண்ணெய் மூலக்கூறுகளில் ஃபீனைல் தொகுதிகளும், க்ளோரின் அல்லது ஃப்ளூவரின் அணுக்களும் மிகுந்து இருத்தல் வேண்டும்.

திண்ம உயவுப் பொருள்களான க்ரீசு (grease) களாகவும் இவை பயனாகின்றன. லித்தியம் சோப்புகளைக் கலந்து கெட்டிப் படுத்தப்பட்ட (thickened) க்ரீசுகள் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் (—40°C) தன்மை மாறாதவை.

வெப்ப மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படாத பாகுத்தன்மை உடையவையாதலாலும், ஒட்டும் இயல்பு குறைவாகப் பெற்றிருப்பதாலும் இவை பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகளை வார்ப்பு அச்சிலிருந்து விடுவிக்கும் உயப் பொருள்களாகச் (mould releasing lubricants) சிறந்து விளங்குகின்றன. உயவுத் தன்மையுடன் (lubricity) இவை வினையற்றவையாகவும் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. சிலிக்கோன் எண்ணெயுடன் பால்மம் ஆக்கியும் நீரும் கலந்து இந்த உயப்பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. எண்ணெய்: பால்மம் ஆக்கி : நீர் விகிதம் :: 35 : 2 : 63 ஆகும்.

சிலிக்கோன் எண்ணெய் பெயிண்டுகளில் நீர் புகவிடா இயல்பையும், வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலையும் புகுத்துகின்றன. இதுமட்டுமல்ல. பெயிண்ட்டின் மேல்பரப்பில் கோடுகளும், மடிப்புகளும், சுருக்கங்களும் விழாமல் பாதுகாக்கிறது. பெயிண்டில் நிறப் பொருளை நன்கு கலக்கவும் சிலிக்கோன் உதவும். சிலிக்கோன் நுரைத்தலைத் தடுக்கும் ஆற்றல் பெற்றது. பெயிண்ட் நுரைத்தலைத் தடுப்பதுடன், தொற்று நீக்கித் தொட்டிகளிலும் (septic tanks), பல்யூரித்தேன் நுரைகளின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் இச் சிறப்பியல்பு பயனாகிறது.

கார், மரச்சாமான்கள் ஆகியவற்றிற்கு மெருகேற்றப் (polish) பயன்படும் பொருள்களில் சிலிக்கோன்கள் எண்ணெய் இடம் பெறுகிறது. ஒயிட் ஸ்பிரிட் எனப்படும் பெட்ரோலியப் பொருள், பாரஃபின் மெழுகு, சிலிக்கா ஆகியவற்றுடன் சிலிக்கோன்களைக் கலந்து இம் மெழுகு தயாரிக்கப்படுகிறது.

சிலிக்கோன் எண்ணெய்களுக்கு நிரப்பிகள் தேவை இல்லை. க்ரீசு தயாரிப்பதாக இருந்தால் மட்டுமே சிலிக்கா, லித்தியம் சோப்பு, கருங்கரி (carbon black) ஆகியவற்றைச் சேர்க்கவேண்டி வரும்.

சிலிக்கோன் எண்ணெய்களின் அண்மைக் கால பயன்களில் முக்கியமானவை இரண்டு: (1) ஜவுளி, காகிதம், தோல் ஆகியவற்றின்மீது சிலிக்கோன் பூச்சு கொடுத்தால் நீரால் பாதிக்கப்படாத தன்மையும், கறைபடாத தன்மையும் அப் பொருள்களுக்குக் கிடைக்கின்றன; (2) கற்காரைச் சுவர்களின்மீது சிலிக்கோன் பூச்சு கொடுத்தால் நீர் புகாது. சிலிக்கோன் நிறமற்றதால் பெயிண்ட் அடிக்கப்பட்ட சுவர்மீதும் தெளிக்கலாம்.

சிலிக்கோன் ரப்பர் (Elastomer)

டைமீத்தைல் க்ளோரோசைலேனை நீராற் சிதைவுற வைத்தால். சிலிக்கோன் கோந்து (gum) கிடைக்கிறது. வெள்ளீய ஆக்டோவேட் (stannous octoate), பென்சோயில் பெராக்சைடு (benzoyl peroxide) ஆகியவற்றைக் கொண்டு இதை வல்கனேஸ் செய்து, சிலிக்காவையோ கால்சியம் கார்பனேட்டையோ சேர்த்து நிரப்பி ரப்பராக்க வேண்டும். இயற்கை ரப்பரைவிட சிலிக்கோன் ரப்பருக்கு வலு குறைவு. இதனால் நிரப்பிகள் தேவைப்படுகின்றன. வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படாத ஆக்சைடுகள் (இரும்பு, நிக்கல், க்ரோமியம் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடுகள்) நிறமேற்றும் பொருள்களாகப் பயனுகின்றன.

இந்த ரப்பர் மூலக்கூறில் ஃபீனைல் தொகுதிகள் மலிந்து காணப்பட்டால் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் நொறுங்காமலும், செதில் செதிலாகப் பெயர்ந்துவிடாமலும் உழைக்கும். வைனைல் தொகுதியை ஏற்றினல் (vinylation) அழுத்தத்தால் உறையும் இயல்பு கூடுகிறது. ஃப்ளுவரின், சயனைடு தொகுதிகள் வெப்பத்தடை ஆற்றலையும், பெட்ரோல், தாவர எண்ணெய் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படாத தன்மையையும் அளிக்கின்றன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் மிகுந்த ரப்பர் மூலக்கூறுகள் அறை வெப்பநிலையிலேயே பக்குவமடைகின்றன. பதனிடுதல் எளிதாகிறது. இதனுல் இந்த ரப்பருக்கு RTV (Room-Temperature-Vulcanisation) ரப்பர் எனப் பெயர்.

சிலிக்கோன் ரப்பர் வீரியமற்ற அமிலம், காரம், ஆக்சிஜன் ஏற்றி, தாவர எண்ணெய்கள் ஆகியவற்றை எதிர்த்து நிற்கக் கூடியது. வீரியமிக்க அமிலங்களிலும், காரங்களிலும், க்ளோரின் கொண்ட கரைப்பான்களிலும் பருத்துப் பெருகும். ஆனுல், இப் பொருள்களை விலக்கிக் கொண்ட தருணத்திலேயே பழைய நிலையை மீண்டும் பெறுகின்றது. புற ஊதாக்கதிர்களாலும், ஓசோனுலும் சிதைக்க முடியாது.

இது 180°C வெப்பநிலையில் 80 நாள்களுக்கும் மேலாக மீள்தன்மை இழக்காது உழைக்கும். —60°C-லிருந்து +200°C வரையிலான பரந்த வெப்ப வரம்பிலும் மீள்தன்மை இழப்பதில்லை. இயற்கை ரப்பரின் மீட்சிக்குணகம் (elastic modulus) 25°C-யிலிருந்து 65°C-க்கு உயர்த்துவதற்குள்ளாகவே நூறு மடங்கு மாறுதலுக்குள்ளாகிறது. சிலிக்கோன் ரப்பரை —80°C யிலிருந்து 0°C-க்கு மாற்றும்போது 1.8 மடங்கே மாறுதல் ஏற்படுகிறது எனக் கண்டுள்ளனர். இந்த வேறுபாட்டிற்குக்

காரணம் இந்த ரப்பர் சுருள் வடிவச் சங்கிலியாக இருப்பது தான்.

இரு பகுதிகளின் இணைப்பில் (ஒன்றோடொன்று எவ்வளவு தான் அழுந்திப் பொருத்தப்பட்டிருப்பினும்) இடைவெளி ஏற்படுவது சகஜம். இவ் விடைவெளியை நிரப்ப ரப்பர் வளையங்கள் (gaskets) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சாதாரண ரப்பருக்குப் பதிலாக சிலிக்கோன் ரப்பரைப் பயன்படுத்தினால் நீண்ட உழைப்பு கிட்டும். மின்வடங்களுக்கு உறைகளாகவும், ஒளிபுகவிடும் இயல்புடையதாதலால் மின்னணுவியல் கருவிகளைப் பொதிவு (embedment) செய்யவும் பயன்படுகின்றன. கருவிகளை எந்நேரமும் சோதிக்கவும், குறைகளை எளிதில் கண்டறியவும் இந்த ஒளிபுகு தன்மை அவசியமாகின்றது.

இரத்தத்துடன் வினைப்படாத பொருளாதலால், சிலிக்கோன் ரப்பரினாலான குழாய்கள் இரத்தம் செலுத்தும் கருவிகளில் அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும் இரத்தம் சிலிக்கோன் ரப்பர் பரப்பில் ஒட்டாது. மூளையில் நீர் சேர்வது போன்ற கோளாறு களுக்கு (hydrocephalus or water in the brain) அறுவை சிகிச்சை மூலம் தீர்வு காண வேண்டியிருப்பின், தானே இயங்கும் ஒருவழிக் கதவு மூளையில் பொருத்தப்பட வேண்டும். அண்மைக் காலம் வரை இதற்குப் பல பிளாஸ்டிக்குகள் பயனாயின. ஆனால், எந்தப் பிளாஸ்டிக்கையும் திரும்பத் திரும்ப சுத்தப்படுத்தினால் வலுவையும் பொலிவையும் இழந்துவிடும். சிலிக்கோன் ரப்பர் இவ்வகையில் மாறுபட்டது. திரும்பத் திரும்ப சுத்தம் செய்யலாம். செயற்கை உறுப்பு பொருத்தும் பணியில் சிலிக்கோனின் பங்கு உன்னதமானது. இது பற்றி "பிளாஸ்டிக்கின் எழுச்சியும் எதிர்காலமும்" என்ற தலைப்பிட்ட அத்தியாயத்தில் விவரமாகக் கூறியுள்ளோம்.

மின்னணுவியல் துறையில் சிலிக்கோனின் "நீரை அண்ட விடாத் தன்மை" நன்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இருந்தும், சிலிக்கோனின் ஒட்டும் இயல்பு மிகக் குறைவாதலால், சிலிக்கோன் அமைப்புகளில் ஈரக்கசிவு ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு.

சிலிக்கோன் பிசின் (Resin)

இரண்டு வினைமுனைகளைக் கொண்ட டைமீத்தைல் க்ளோரோ சைலேனையும், மூன்று வினைமுனைகளைக் கொண்ட மீத்தைல் க்ளோரோ சைலேனையும் கலந்து, அக் கலவையை நீராற் சிதைத்தால் பிசின் உருப்பெறும். ரப்பரில் குறுக்குப்

பிணைப்புகள் இல்லை. பிசினில் அவை ஏராளமான எண்ணிக்கையில் உள்ளன.

சிலிக்கோன் ரப்பரைப் போன்று இவை அறை வெப்ப நிலையில் பக்குவமடைய மாட்டா. நாஃப்தீனேட்டுகள் (naphthenates) எனப்படும் பக்குவ வினையூக்கிகளுடன் சூடேற்றினால்தான் பக்குவம் நிகழும். பக்குவம் துரிதமாக நடைபெறாது. பக்குவம் முற்றிலும் நடைபெறாத நிலையில் இம் மூலக்கூறுகளில் 5 சதவிகிதம் வரை ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளன. இத் தொகுதிகள் இம் மூலக்கூறுகளை பல் உப்பு மூலத்திறன் கொண்ட (polybasic) அமிலங்களாகச் செயல்படத் தூண்டுகின்றன. இக் காரணத்தினால் சிலிக்கோனின் ஒருபடிகளுடன் ஈபாக்சி போன்ற பிசின்களின் ஒருபடிகளைச் சேர்த்து இணைப் பலபடியாக்கலாம். இவ்விணைப் பலபடிகளில் ஈபாக்சியின் வலுவும் சிலிக்கோனின் சிறப்பியல்புகளும் ஒருங்கே அமைந்திருக்கக் காணலாம். ஈபாக்சிக்குப் பதிலாக ஃபீனாலிக்குகள், பல்எஸ்டர்கள் ஆகிய பிசின்களும் இவ்வகையில் பயன்படத் தக்கவையே.

சிலிக்கோனின் வலுக்குறைவுக்குக் காரணம் அது தயாரிக்கப் படும்போது வினைதிசை மாற்றம் அடைவதே. குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்த வேண்டிய மானோமீத்தைல் கூறுகள் (M-கூறுகள் தங்களுக்குள் இணைந்து வளையங்களை (rings) உருவாக்குகின்றன. இவ் வளையங்கள் பிசின் மூலக்கூறில் முடிச்சுகளாக அமைந்து அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளுக்கிடையே பிணைப்பு ஏற்படுவதைத் தடுக்கின்றன. கார்பன் தவிர எந்த தனிமத்தைப் பலபடியில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும் பெருமைக்கு உயர்த்தினாலும், இந்த வளையம் தோன்றும் தொந்திரவு இருந்தே தீரும். இதனால்தான் போரான், பாஸ்வரம் ஆகியவற்றைச் சங்கிலிகளாகக் கொண்ட அனங்கக (கனிம) பலபடிகள் தயாரிப்பில் வெற்றி எளிதில் கிட்டவில்லை.

சிலிக்கோன் பிசின் பென்ஸீன் போன்ற நீர்மங்களின் கரைசல்களாகவோ, தூளாகவோ விற்கப்படுகின்றன. மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் மின்காப்பீடு அமைப்புகளில் (Class H insulation) சிலிக்கோன் நீடித்து உழைக்கும் அரிதில் கடத்தியாதலால் பெரிதும் விரும்பப் படுகின்றது. மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் சிலிக்கோன்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லை எனக் கண்டோம். அப்படியே எரிந்தாலும் நாற்றம் மிகுந்த வாயுக்களை வெளிவிடுவதில்லை.

எந்நிலையிலும் மின்னிழப்பு குறைவாகப் பெற்றமையால் ட்ரான்சிஸ்டர்கள், டையோட்கள் ஆகிய சாதனங்களுக்கு நல்ல உறையாகிறது.

சிலிக்கோன் எண்ணெய்களைப் போன்று பிசினும் பூச்சுகளில் பயனாகின்றது.

இத்துணைச் சிறப்புகளிலிருந்தும் சிலிக்கோன்கள் பெரிய அளவில் பயன்படுத்தப்படவில்லை என்றால் அதற்கு அதன் கட்டுப்படியாகாத அடக்க விலையே காரணம். நம்நாட்டைப் பொறுத்தவரை சிலிக்கோன் இறக்குமதிசெய்யவேண்டிய அல்லது ஏட்டில் காண வேண்டிய ஒரு பிசின். சிலிக்கோன் உற்பத்தி இந்தியாவில் துவக்கப்படவில்லை. பெட்ரோலியத்தை நம்பியிராத ஒரே பிளாஸ்டிக் சிலிக்கோன் என்று துணிந்து கூறலாம். மற்ற பிசின்களின் மூலப் பொருள்களைப் பெட்ரோலிய ஹைட்ரோகார்பன்களிலிருந்து சுற்றி வளைத்துத் தயாரித்து விடலாம். சிலிக்கோன் உற்பத்திக்குச் சிலிக்கோன் அல்லது அதன் சேர்மங்கள் தேவை. அவை பெட்ரோலியத்தில் கிடைக்கமாட்டா.

சிலிக்கோன்களின் குறுகிய பயன்களுக்கு அவை எந்தப் பரப்பிலும் எளிதில் ஒட்டாத இயல்பும் காரணமாகும். சில வருடங்களுக்கு முன் பதிவு மின்சுற்றுகளில் சிலிக்கோன்கள் தகடுகள் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. பிறகு அவை தாமிரப் பூச்சுடன் ஒட்டி நிற்காததால் இப் பயன் கைவிடப்பட்டது. சிலிக்கோன்களின் பயன்பாட்டிற்கு மற்றொரு தடை அவை பக்குவமடைய தேவைப்படும் உயர் வெப்பநிலையும் (ரப்பர் விதிவிலக்கு), பக்குவமாக்கலின் நிதானமான போக்குமாகும்.

10. பல்யூரித்தேன்கள்

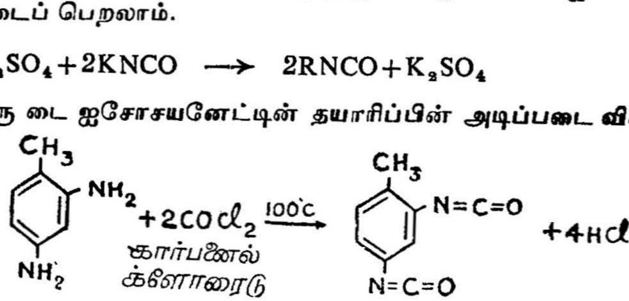
(POLYURETHANES)

U-foam (யூ-ஃபோம்) என்ற சொல்லை நம்மில் பலரும் கேள்விப்பட்டிருப்போம் இது ஒரு நுரையேற்றம் செய்யப் பட்ட பிளாஸ்டிக் (foamed plastic). U என்பது யூரித்தேனைக் குறிக்கிறது. ரப்பரைவிட இப் பிளாஸ்டிக் நுரை இலேசானது. பஞ்சைவிட மிருதுவானது. இதனால் மெத்தை, தலையணை, சோபா செட்டுகள் ஆகியவற்றில் நிரப்பப்படும் பொருளாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. இதுவும் இரண்டாவது உலகப்போரின் நெருக்கடியில் தோன்றிய பொருள்களுள் ஒன்று. டாக்டர் ஆட்டோ பேயர் (Otto Bayer) எனும் ஜெர்மானிய வேதியியல் நிபுணர் டை ஐசோசயனேட் எனும் பொருளின் வேதியியற் சிறப்புகளை ஆராய முற்படுகையில் பல்யூரித்தேன் பலபடியைக் கண்டுபிடித்தார்.

ஐசோசயனேட் என்பது $-N=C=O$ தொகுதியைக் கொண்ட எந்த ஒரு பொருளையும் குறிக்கும் பொதுச்சொல் ஆகும். டை ஐசோசயனேட் மூலக்கூறில் இரு ஐசோசயனேட் தொகுதிகள் இருக்கும். ஆல்கைல் சல்பேட்டுகளைப் பொட்டாசியம் ஐசோசயனேட்டுடன் வினைப்படுத்தினால் ஆல்கைல் ஐசோசயனேட்டைப் பெறலாம்.

$$R_2SO_4 + 2KNCO \longrightarrow 2RNCO + K_2SO_4$$

ஒரு டை ஐசோசயனேட்டின் தயாரிப்பின் அடிப்படை வினை:

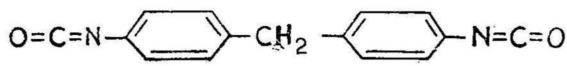


டொலுவீன் டை அமின்   டொலுவீன்டை ஐசோசயனேட் (TDI)

பல்யூரித்தேன் தயாரிப்பில் கீழ்க்கண்ட இரு டை ஐசோ சயனேட்டுகளே பெரும்பாலும் வினைப்படுத்தப்படுகின்றன.

MDI (4 : 4″ டைஐசோசயனேட் டைஃபீனைல் மீதேன்)

DTI (டொலுவீன் 1 : 4 டை ஐசோசயனேட்)



MDI மூலக்கூறு

ஐசோசயனேட் தொகுதி பின்வரும் தொகுதிகளில் ஏதேனும் ஒன்றினைக் கொண்ட எந்த ஒரு மூலக்கூறுடனும் வினைபுரியும் :

(1) ஹைட்ராக்சில் தொகுதி (—OH)

(2) அமின் தொகுதி (—NH_2)

(3) கார்பாக்சில் தொகுதி (—COOH)

இவை மூன்றிலும் திறன்சேர் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் (reactive hydrogen atoms) உள்ளன. பல்படிச் சங்கிலிகள் உருவாக ஐசோசயனேட்டுடன் வினைப்படும் பொருளின் மூலக்கூறில் வினைத்திறன் மிக்க தொகுதிகள் (—OH, —NH_2, —COOH, —NH, —CONH போன்றவை) குறைந்தது இரண்டாவது இருந்தாக வேண்டும்.

பல்யூரித்தேனை இறுதி விளைவிக்கும் பலபடியாக்கலில் பின்வரும் அடிப்படை வினைகளும் அடங்கியுள்ளன. இவ் வினைகள் HN=C=O தொகுதியின் வினைகள்.

1. $R'\text{—}OH + O\text{=}C\text{=}N\text{—}R \longrightarrow R\text{—}NH\text{—}\overset{\overset{\Large O}{\|}}{C}\text{—}O\text{—}R'$

   (ஆல்கஹால்) யூரித்தேன்

2. $R'\text{—}NH_2 + O\text{=}C\text{=}N\text{—}R \longrightarrow R\text{—}NH\text{—}\overset{\overset{\Large O}{\|}}{C}\text{—}$

   (அமீன்) (யூரியாவின் சார்புப் பொருள்)

3. $R'-COOH + O{=}C{=}N-R \longrightarrow R-NH-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-R' + CO_2\uparrow$

(அமிலம்) (அமைடு)

4. $R-NH-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-R' + R-N{=}C{=}O \longrightarrow R'-NH-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NR-C-OR'$

(யூரித்தேன்)

5. $R-N{=}C{=}O + H_2O \longrightarrow R-NH_2 + CO_2\uparrow$

மேற்கண்ட வினைகளில் R' என்பது ஒரு பலபடிச் சங்கிலியைக் குறிக்கும். யூரித்தேன் மூலக் கூறிலுள்ள $-NH-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O$ எனும் தொகுதிக்கு யூரித்தேன் தொகுதி எனப் பெயர் இத் தொகுதி பல்யூரித்தேனில் திருப்பத் திரும்ப இடம்பெறும் உள்ளமைப்பாகும்.

வினை 2-ல் விளையும் மூலக்கூறிலுள்ள $-NH-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH-$ எனும் தொகுதி யூரியைட் (ureide) எனப்படும். பல்யூரித்தேனின் குறுக்குப்பிணைப்புகளை இவைதாம் உருவாக்குகின்றன.

வினைகள் மூன்றிலும், ஐந்திலும் வெளியாகும் கரியமில வாயுவிற்கு ஒரு சிறப்பான பயன் உள்ளது. அதைப்பின்பு கவனிப்போம்.

டை ஐசோசயனேட்டுகளை பல்ஹைட்ராக்கி பல்எஸ்டர்களுடன் வினைப்படுத்தினால் பல்யூரித்தேன் கிடைக்கும்.

வினை 5-ல் ஐசோசயனேட்டு நீருடன் வினைபுரிந்து அமினைக் கொடுக்கிறது. இவ்வமின் வினை 3-ன் மூலம் குறுக்குப் பிணைப்புகளான யூரியைடுகளை விளைவிக்கிறது. அதாவது, வினைக்கெட்டிலில் நீரற்ற வினைபடுபொருள்களைப் பயன் படுத்தினால் குறுக்குப் பிணைப்புகளற்ற பலபடியே கிடைக்கும். அப் பலபடி ஓர் இழையாகத்தான் இருக்க முடியும். பல்யூரித்தேன் இழை பெர்லான்—U[1] (Perlon—U) என்ற பெயரில் விற்பனையாகிறது.

1 ட்ரேட் மார்க்.

$$n\left[O=C=N-(CH_2)_6-N=C=O\right] + n\left[OH-(CH_2)_4-OH\right] \longrightarrow$$

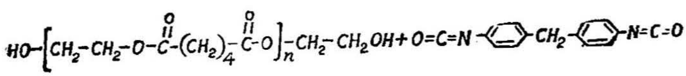
ஹெக்சா மெதிலீன் டை ஐசோ சயனேட் ப்யூட்டேன் டையால்

$$O=C=N\text{-}(CH_2)_6\text{-}\left[NH\text{-}CO\text{-}O\text{-}(CH_2)_4\text{-}O\text{-}CO\text{-}NH\text{-}(CH_2)_6\text{-}NH\text{-}CO\right]_n\text{-}O\text{-}(CH_2)_4\text{-}OH$$

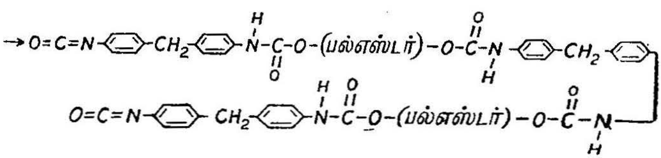
பெர்லான் இழை $n \simeq 40$

இதை மேலும், சிறிது ஐசோசயனேட்டுடன் வினைப் படுத்தினால் ரப்பர் போன்ற பொருள்கள் கிடைக்கும்.

மற்றொரு சகஜமான பல்யூரித்தேன் வினை கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.



பல்எதிலீன்க்ளைகால் அடிபேட் MDI



பல்யூரித்தேன் சங்கிலி

இவ்வினையில் க்ளைகாலின் மூலக்கூறு 300 முதல் 5000 வரை மூலக்கூறு எடை கொண்டதாக இருக்கும்.

குறுக்குப் பிணைப்புகள் யூரியைட் சங்கிலிகள் என்றும் அவை அமின் தொகுதிகள் ஐசோசயனேட்டுடன் வினைப்படுவதால் கிடைக்கின்றன என்றும் அறிந்தோமல்லவா? இதனால் அறியப் படுவது யாதெனின், அமின்கள் யூரித்தேனுக்கு பக்குவ வினையூக்கிகள். சங்கிலிகளிலுள்ள திறன்சேர் ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் மூலம் குறுக்குப் பிணைப்புகள் செயல்படுகின்றன. பல்யூரித்தேன் சங்கிலி நீளமாக அமையப் பெற்ற பலபடி விறைப்புத் தன்மையற்றதாகவும் வளையக்கூடியதாகவும் இருக்கும்.

ஐசோசயனேட்டுகளுடன் வினைத்திறன்மிக்க ஹைட்ரஜன் அமைந்த எந்த ஒரு தொகுதியும் இணையக் கூடுமாதலால், பல்யூரித்தேன் தயாரிப்பில் ஈபாக்சி பிசினை பல்எஸ்டருக்குப் பதிலாக மூலப்பொருளாக்கி சற்றே வித்தியாசமான பல்யூரித்தேனைப் பெறலாம்.

பல்யூரித்தேன் உற்பத்தி 1970-ல் ஒரு பில்லியன் (10^9) பவுண்டுகள் என்றும், 1975-ல் இதைப்போல் இருமடங்காகவும், 1980-ல் நான்கு மடங்காகவும் உயரும் என்று உத்தேசமாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

பல்யூரித்தேன் பிசின்களிலிருந்து உருவாக்கப்படும் மூன்று வகை பொருள்கள் :

(1) நுரைகள் (foams) (2) நீட்சிநெகிழிகள் (elastomers) (3) பூச்சுகள் (coatings)

பிசினிக்கு மற்ற பயன்கள் எதுவும் இல்லை எனலாம்.

நுரைகள்

முன்பகுதியில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள வினைகள் 3-லும் 5-லும் வெளியாகும் கரியமில வாயு பிசினை நுரையேற்றம் செய்யத் தேவைப்படுகின்றது. ரொட்டி மாவில் சமையல் சோடா சேர்ப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகளை ஒத்ததே இப்பிசினில் கரியமில வாயு வெளிவிடப் படுவதும். மேற்கண்ட இருவினைகளிலிருந்து தெரியவரும் உண்மை: பல் யூரித்தேன் நுரைத்திட நீரோ, அமிலமோ வினைப்படு பொருள் கலவையில் இடம் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். ப்ளுரோகார்பன்களையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். வினை நடக்கும்போது வெளிவரும் வெப்பத்தில் ப்ளுரோகார்பன் ஆவியாகிப் பிசினைப் பருக்க வைக்கிறது.

பல்யூரித்தேன் நுரைகளில் இருவகை உண்டு :

(1) விறைப்புத் தன்மையுடன் கூடிய நுரைகள் (rigid foams)

(2) வளைந்து கொடுக்கக்கூடிய பஞ்சு போன்ற நுரைகள் (flexible foams)

நுரை தயாரிப்பில் ஒரு கட்ட முறையும் (one-stage process), இரு கட்ட முறையும் (two-stage process) அனுசரிக்கப்படு

கின்றன. ஒரு கட்ட முறையில் டைஐசோசயனேட், பல்ஹைட்ராக்கி பல் எஸ்டர், வினை வேகமாற்றி ஈய ஆக்டோவேட் பக்குவ வினையூக்கியாகவும் பதனிடும் துணைப்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது), சிலிக்கோன் எண்ணெய் (பலபடியின் அமைப்பைச் சரிசெய்வதற்கு), ஒரு பால்மம் ஆக்கி (நுரையை நிலைப்படுத்துவதற்கு), மற்றும் நீர் சேர்ந்த கலவையை நீர்மமாக வார்ப்பு அச்சில் ஊற்றுவர். பலபடி நிகழ்கையில் ஐசோசயனேட்டு நீருடன் வினைப்பட்டு கரியமில வாயுவை உண்டாக்குகிறது. இது பிசினை நுரைக்க வைக்கிறது என முன்பே கண்டோம். நீர்மங்களில் சாதாரணமாக உருவாகும் நுரை எளிதில் வெடித்து அடங்கி விடுகிறது. நீர்மங்களின் மேல் பரப்பில் காணப்படும் நுரை நீர்மத்தாலான சுவரில் வாயு அடங்கியிருப்பதால் வடிவம் பெறுகிறது. நீர்மத்தாலான சுவர்கள் மென்மையாக இருப்பதால் இவை அடங்கி விடுகின்றன (தூய நீர்மங்கள் நுரைப்பதில்லை). பல்யூரித்தேன் நுரைகள் நீர்மத்தாலானவையல்ல. அவை திண்ம நுரைகள் (solid foams). ஆகையால் நுரையின் சுவர் கடினமாகவும் வலுவுள்ளதாகவும் உள்ளது.

பல்எஸ்டர்களை வினைப்படுத்தினால் விறைப்பான நுரைகளும், பல்ஈதர்களை வினைப்படுத்தினால் மென்மையான நுரைகளும் விளைகின்றன. விறைப்பான நுரைகள் கிடைப்பதற்கு ஃப்ளூரோகார்பன் நுரையேற்றிகளாகப் பயன் படுத்தப்பட வேண்டும். மென்மையான நுரைக்கு நீர் அல்லது அமிலம் போதும. நீரைப் பயன்படுத்துவது மலிவான முறையாகத் தோன்றும். ஆனால், நீர் கூடுதலான அளவில் ஐசோசயனேட்டைச் செலவாக்குகிறது. ப்ளூரோ கார்பன்கள் நுரைத்தலில் எந்த ஒரு பொருளுடன் வினைப்படுவதில்லை ஆதலால் மிதமான அளவில் ஐசோசயனேட்டைக் கலந்தால் போதுமானது.

விறைப்பான நுரைகள் எளிதில் நீரை உட்புக விடுவதில்லை. ஈரக்காற்றையும் தடுக்கின்றன. ஈரம் ஊடுருவுவதை முற்றிலும் தடுக்க ஒரு வெப்பம் கடத்தா வார்னீஷ் பூச்சு கொடுக்கலாம். வெப்பம் கடத்தும் திறன் மென்மையான நுரைகளிலுள்ளதைவிட இவற்றில் மிகவும் குறைவு.

நுரைகளின் பயனுரமிக்க தன்மை அவற்றின் அடர்த்தியே. வினைபடுபொருளைப் பொறுத்து நுரையின் அடர்த்தி அமையும்.

நுரையின் அடர்த்தியைக் கட்டுப்படுத்தும் அம்சங்களில் மிகவும் முக்கியமானது ஐசோசயனேட் : நீர் விகிதமாகும். கன அடிக்கு 1·5 பவுண்டு முதல் கன அடிக்கு 40 பவுண்டு வரை எந்த ஓர் அடர்த்தியிலும் நுரையைத் தயாரிக்கலாம்.

மெத்தைகளுக்கு அடர்த்தி குறைந்த (கன அடிக்கு 2 பவுண்டுகள்) நுரைகளே தேவை. அதே அளவு அடர்த்தியுடைய ரப்பர்பாலினுலான நுரையை (foamed latex) விட நான்கு மடங்கு கூடுதலான பளுவைத் தாங்கும் வலுவைப் பெற்றது. இருநூறு சதவிகிதத்திற்கு மேல் நீட்சியடையக் கூடியதாதலால் (ஒரு அங்குல நீளமுள்ள நுரைப் பொருளை மூன்று அங்குலத்திற்கு நீட்டலாம் என்பதே இதன் பொருள்), மெத்தைகளில் அடைக்க நன்கு பயனுகின்றது.

இந்நுரை மிதமான வினை எதிர்ப்புத் திறன் கொண்டது. எரியக் கூடியது. ஆனுல், தானே எளிதில் அணைந்துவிடும். வெப்பத்தையும் ஒலியையும் தடுக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது. இவ்வியல்பாலும், அதிர்ச்சி தாங்கும் வலுவைப் பெற்றிருப்பதாலும் இந்நுரை இழைக் கண்ணுடியால் வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பரப்புகளுக்கிடையே செருகப்பட்டு, அவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட தகடுகள் வானூர்திகளில் உறுப்புகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரு உலோகங்களுக் கிடையிலோ, இரு பிளாஸ்டிக் பரப்புகளுக் கிடையிலோ நுரை திணைக்கப்படும் இம்முறை உடுக்கை அமைப்பு முறை (sandwich structure) என்ற பெயரில் பிரபலமடைந்துள்ளது. நவீன கட்டட நிர்மாணங்களில் இவ்வமைப்புகளுக்குக் கிராக்கி ஏற்பட்டிருக்கிறது. விறைப்பான நுரைகளே இங்குச் செலவாகின்றன.

வானூர்திகளிலும் ஏவுகணைகளிலும் மின்னணுவியல் சாதனங்களை அதிர்ச்சியினின்றும் மீட்க உதவுவதுடன், தொலைக் காட்சிக் குழாய்கள் (Television tubes) ஏதாவது கோளாறினுல் நொறுங்கக் கூடுமானுல் துகள் சிதறித் தெறிக்காமலிருக்க இந் நுரைகள் அக் குழாய்களில் பொருத்தப்படுகின்றன.

பல்யூரித்தேன் நுரைகள் பயனுகும் அமைப்புகளிலேயே உருவாக்க உகந்தவை. வினைப்படு பொருள் கலவையையும் (reaction mixture), பக்குவ வினைவேக மாற்றியையும் தனித் தனியே இரு வேறு நீர்மங்களாக விற்கின்றனர். தேவையான இடத்தில் இவ்விரு நீர்மங்களையும் கலந்து ஊற்றினுல் நுரைக்கும்.

பல் யூரித்தேன் உற்பத்தியில் 67 சதவிகிதம் மென்மையான நுரை தயாரிப்பிலும், 22 சதவிகிதம் கடின நுரை தயாரிப்பிலும் செலவாகின்றது என அண்மைக்கால மதிப்பீடு ஒன்று கூறுகிறது.

நீட்சி நெகிழி அல்லது ரப்பர்

யூரித்தேன் ரப்பர் தயாரிப்பில் எதிலீன் கிளைகாலும் அடிபிக் அமிலமும் சுருக்குவினை புரிவதால் கிடைக்கும் பல் எஸ்டரும், கிளைத் தொகுதிகளுடைய டை ஐசோசயனேட்டுகளும் வினைப் படுத்தப் படுகின்றன. நீர் முற்றிலும் நீக்கட்பட்ட சூழ்நிலையில் தான் இந்த ரப்பரைத் தயாரிக்க முடியும். நீர் நுரைகளை ஏற்படுத்தி ரப்பரின் தன்மையைப் பாதிக்கும். அமின்கள் வினையூக்கிகளாகின்றன. கந்தகம், அங்கக பெராக்சைடுகள் ஆகியவை ரப்பரை வல்கனஸ் செய்ய (பதனிட) உதவு கின்றன.

இயற்கை ரப்பரைவிட இது கூடுதலான மீள் தன்மை உடையது; தேய்மானமற்றது. அதிர்ச்சி தாங்க வல்லது. எண்ணெய்களாலும், க்ளோரினற்ற அரொமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களாலும் கரைக்க முடியாதது. ஆக்சிஜனும், புறஊதாக் கதிர்களும் இதன் தன்மையைக் கெடுக்க இயலாது. ஆனல், உயர்வெப்பநிலை, அமிலம், நீராவி முதலியவை நிலையிறக்கம் செய்கின்றன.

தேய்மானம் குறைவாதலால் கார் டயர்களுக்கு பல் யூரித்தேன் ரப்பர் சிறந்தது. இயற்கை ரப்பரைப் போலவே இதிலும் கருங்கரி (carbon black) நிரப்பி வலுவூக்கலாம். தேய் மான மற்றவையென்ருலும், உராயும்போது வெளியாகும் வெப்பத்தில் மறுபடி ஒருபடியாகும் (depolymerise) அபாயம் உள்ளது. பொதுவாக, பல் யூரித்தேன் பொருள்கள் அதிக பட்சமாக 100°C வரைதான் உபயோகிக்கத் தகுந்தவை.

ரப்பரில் தயாராகும் காலணி ஹீல்களை (heels) விட பல் யூரித்தேனில் தயாராபவை எட்டு மடங்கு நீடித்து உழைக்கும். ஆனல், இயற்கை ரப்பரைவிட விலையுயர்ந்தது.

பூச்சுகள்

டைஐசோசயனேட்டை ஆளிவிதை எண்ணெயுடன் வினைப் படுத்தி பெயிண்டுகளும் வார்னீஷ்களும் தயாரிக்கலாம்.

எண்ணெய்கள் எஸ்டர்கள் (பெட்ரோலிய எண்ணெயும் எஸன்ஸ் எண்ணெய்களும் எஸ்டர்கள் அல்ல) என 2-வது அத்தியாயத்தில் கண்டோம்.

யூரித்தேன் பூச்சுகள் கடினமானவை. பெயர்ந்து வராதவை. நீராற் சிதைவுற மாட்டா. பளிச்சென்று கண்ணைப் பறிக்கும் தோற்றம் கொண்டவை. வாயுக்களை உட்புக விடமாட்டா. எஃகு, ரப்பர், மரம், பிளாஸ்டிக் ஆகிய பலவகைப் பரப்புகளிலும் நன்கு ஒட்டி நிற்பவை.

சில சிறப்பான உபயோகங்களில் பல்யூரித்தேன் பூச்சுகளுக்கு மாற்றுப் பொருள்கள் இல்லை. பெண்களுக்கான உடையில் 'நனைந்த தோற்றத்தை (wet-look) அளிக்க இப் பூச்சு சிறந்தது. துணியின் மீது மிக மெல்லிய பூச்சு கொடுக்கப் படுகிறது. சற்றே தடித்த பூச்சு மேசை நாற்காலிகளுக்கு அளிக்கப்படுகின்றது.

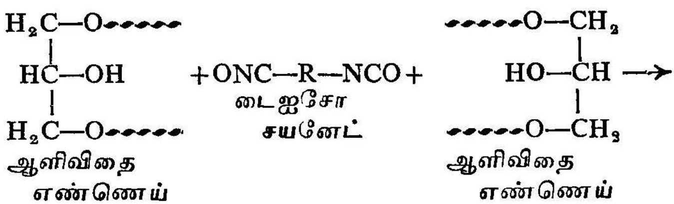
வைனல் பலபடிப் பூச்சுகளுக்கு போட்டியாக இவை வந்து விட்டன. கார்களிலும் பஸ்களிலும் உட்காரும் இடத்தில் மெத்தைகளுக்கு மேல் பூச்சு கொடுக்கப் பல்யூரித்தேன் உபயோகிப்பதில் ஒரு லாபம் உண்டு. வார்ப்பு அச்சுகளில் யூரித்தேன் பூச்சுகளைத் தெளித்து, அதன் மேல் யூரித்தேன் நுரைக்கான பொருள்களை ஊற்றி இம் மெத்தையைத் தயாரிக்கின்றனர். பூச்சும் பரப்பும் ஒரே சமயத்தில் உருவாவதால் நன்கு ஒருங்கிணைந்து பரப்பிற்கும் அதன் மேலுள்ள பூச்சிற்கும் நல்ல இணைப்பு ஏற்பட்டு ஒரே அமைப்பாகிறது. இந்நவீன முறை முதன் முதலில் 1971 மாடல் கார்களுக்கான சீட்டுகள் தயாரிப்பில் துவங்கியது. கார் கதவு உள்ளுறைகளுக்குப் பயன் படுத்த முயற்சி நடக்கிறது. நிறத்தை நிறுத்திக் கொள் வதிலும், தேய்மானமற்ற தன்மையிலும் எளிதில் சலவை செய்யக் கூடிய தன்மையிலும் சிறந்து விளங்குவதால் இவற்றிற்கு நல்ல எதிர்காலம் உண்டு என்றே கருத வேண்டும்.

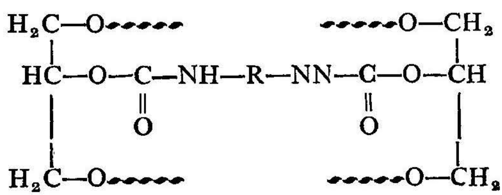
கரித்தார்—யூரித்தேன் கலப்புப்பூச்சு உப்புநீரில் நனைந்து கொண்டிருக்கும் பாகங்களுக்கு (படகு, கப்பல் ஆகியவற்றின் அடிப்பாகம்) சிறந்தது.

கார் பம்பர்களின் எஃகுப் பரப்பில் இப்பூச்சு தெளிக்கப் பட்டால், வழக்கமாக இதற்குப் பயனுகும் ரப்பர் பூச்சைவிட பத்து மடங்கு வலுவுள்ளதாக இருக்கும். பரந்த வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கும் (—5°C-லிருந்து +95°C வரை) ஈடு கொடுக்

கிறது. ஜெட் விமானங்களில் எரிபொருளினால் அரிமானம் ஏற்படாமல் தடுக்கும் ஒரே பூச்சு இது தான். இன்றைய விமானங்களின் வேகத்தில் மழைத்துளிகள்கூட விமானத்தின் மீதுள்ள சாதாரண பூச்சுகளை அகற்றிவிட முடியும். ஆனால், யூரித்தேன் பூச்சு சிறிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மற்றைய யூரித்தேன் பொருள்களைப்போல் இதுவும் விலையுயர்ந்தது தானென்றாலும், மூலப்பொருள்கள், ஆக்கமுறை, உழைப்பு, மறுபூச்சு ஆகியவற்றிற்கான செலவை மொத்தமாகக் கணக்கிட்டால், இப் பூச்சுகள் மலிவானவையாக இருக்கக் கூடும்.

யூரித்தேன் எண்ணெய்ப்பூச்சு வண்ணத்தை இறுத்திக் கொள்கிறது. டைஐசோசயனேட்டுடன் சற்று திருத்தப்பட்ட ஆளி விதை எண்ணெயை வினைப்படுத்தி யூரித்தேன் எண்ணெய் தயாரிக்கப்படுகிறது.





பல்யூரித்தேன் எண்ணெய்

~~~~~ ஆளி விதை எண்ணெய் மூலக்கூறில் உள்ள நீண்ட பகுதி.

ஃபார்மிக் அமிலத்தைக் கலந்து வண்ணத்தைப் பளிச்சிடச் செய்யலாம். நீரில் கரையும் பூச்சுகள் தயாரிக்கப் பல்யூரித்தேன் மூலக்கூறில் அயனித் தொகுதிகள் ஏற்றப்பட்டால் போதுமானது. நீர் கலந்த பூச்சுகளில் (water-based coatings) வழக்கமாக உபயோகிக்கப்படும் பால்மம் ஆக்கிகள் இங்குத் தேவைப்படுவதில்லை. மேற்கண்ட அயனித்தொகுதிகளே இந்தப் பணியை ஏற்று நடத்துகின்றன.
~~~~~

பெண்களுக்கான நீச்சல் உடையில் மீள்தன்மை ஏற்று வதற்குப் பல்யூரித்தேனுலான இழைகள் கோர்க்கப்படுகின்றன. ஆனுல், இழை வடிவில் இப்பலபடிக்கு அதிக உபயோகங்கள் இல்லை.

மற்ற பிளாஸ்டிக்குகளைப் போல் மின் இழப்பு (dielectric loss) குறைவாகப் பெற்றமையால் பல் யூரித்தேன் மின் காப்பீட்டு அமைப்புகளில் (electrical insulation) பயனுகிறது. பல்யூரித் தேன் ஒட்டுவிப்பிகள் —80°C முதல் +150°C வரை தன்மை மாருமல் விளங்குகின்றன.

பல்யூரித்தேன்கள் நச்சுத் தன்மை வாய்ந்தவையாதலால் அறுவை சிகிச்சையிலோ, மாற்றுறுப்புத் தயாரிப்பிலோ பயன் படுத்துவது ஆபத்தாகலாம்.

நீரற்ற விளக்கெண்ணெயுடன் TDI-யையும் ஒரு க்ளை காலையும் வினைப்படுத்தி பல் யூரித்தேன் வார்ப்புத்தூள் தயாரிக்கலாம். ஆனுல், அதற்குப் பயன்கள் ஏதும் இருப்ப தாகத் தெரியவில்லை.

பல் யூரித்தேன் விலையுயர்ந்தது. எனினும், பரப்பில் மரத்தையொத்த பிளாஸ்டிக்கும், தோலையொத்த ரப்பரும் பல் யூரித்தேனிலிருந்து மட்டுமே தயாரிக்க இயலும்.

11. பல்ஓலிஃபீன்கள்

(POLYOLEFINS)

வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன :

(1) இயற்கையில் அகப்படும் அரக்கு, பிட்டுமின் (Bitumen) போன்ற பலபடிகள்.

(2) இயற்கையில் கிட்டும் மீம் மூலக்கூறு எடையுடைய பலபடிகளைத் தகுந்த வேதியியற் வினைமூலம் திருத்தக் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக்குகள்.

எடுத்துக்காட்டு : செல்லுலோஸிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் செல்லுலாய்டு, செல்லுலோஸ் அசடேட்.

(3) தெர்மோப்ளாஸ்டிக் என்றதும் உடனே நினைவிற்கு வரும், கொழுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பலபடிகள்.

பல் எதிலீன், PVC, நைலான் போன்ற தரத்தில் உயர்ந்த பலபடிகள் இதற்கான சான்றுகள்.

பல்வேறு துறைகளுக்கேற்ற, விரும்பத்தக்க இயல்புகளையுடைய பிளாஸ்டிக்குகளைத் தொகுப்பு முறை மூலம்தான் எளிதில் பெறலாம். எனவே, இவ்வகை பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட்டு முதலில் விவரிக்கப் பட்டுள்ளன.

சிமிட்டி (cement) நீரில் இறுகும். உரம். ஜீனி இவைகள் நீரில் கரையும். எனவே இத்தகைய பொருள்களை மூட்டையாகக் கட்டியனுப்ப, நீரில் கெடாத அதாவது நீர் உறிஞ்சாத சாக்குகளைத் தயாரிக்க முடிந்தால், இம் மூட்டைகளை மழை, பனி பயம்

இன்றித் திறந்த வெளியில் அடுக்கி வைக்கலாம். இதற்கான கிடங்குகளையும் தேடிச்செல்ல வேண்டாம். எனவே, இடப்பற்றுக் குறையும் ஓரளவு நீங்கும். சமீப காலம் வரை சணல் சாக்குகளே இப் பொருள்களைக் கட்டியனுப்ப பயன்பட்டன. ஆனல், இன்று, குறிப்பாக பிளாஸ்டிக் சாக்குகள் உரங்களைக் கட்டி அனுப்பப் பயன்படுகின்றன. பல்ஓலிஃபீன்களில் ஒன்ருன பல்எதிலீனுல் ஆனவைகளே இச்சாக்குகள். மேலும் நாம் கடைகளில் காணும் பிளாஸ்டிக் வாளிகள், பைகள், பைபின்ன உதவும் பிளாஸ்டிக் சரடுகள் (plastic wire) எல்லாம் பல்எதிலீனுல் ஆனவைகளே. பல்எதிலீன் இடம் பெருத துறையே இல்லையென்று எண்ணு மளவுக்குப் பலவேறு துறைகளில் பரந்து காணப்படும் இப்பல படியைப் பற்றி இவ்வத்தியாயத்தில் காணலாம்.

பல்எதிலீன் அல்லது பாலிதீன் (polyethylene or polythene)

''ஓலிஃபின்கள்'' (olefins) என்ற நிறையுருத ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பலபடி யாக்கல் அடைந்து பல்ஓலிஃபீன்கள் என்ற பலபடிகளைத் தருகின்றன. பல்எதிலீன், பல்பிரொப்பிலீன் பிளாஸ்டிக்குகள் மட்டுமே இத்தலைப்பின்கீழ் இங்கு இடம் பெறு கின்றன. பல்ஐஸோப்யூட்டிலீன் (poly-iso butylene), பல் ஐஸோப்ரீன் (poly isoprene) போன்ற பலபடிகள் தங்களது மாறுபட்ட தன்மைகள் காரணமாக இத்தலைப்பின் கீழ் இடம் பெருமல் 'நீட்சி நெகிழிகள்' என்ற அத்தியாத்தில் விவரிக்கப் பட்டுள்ளன. பல்எதிலீன், பல்ப்ரொப்பிலீன் (poly propylene) இவற்றின் பெருவாரியான உபயோகத்தால், ''பல்ஓலிஃபீன்' என்ற சொல் பொதுவாக இவை இரண்டை மட்டுமே குறிக்கு மளவுக்கு இவை சிறப்புற்றுள்ளன.

பல்எதிலீனில் இருவகைப் பலபடிகள் உள்ளன.

(1) உயர் அழுத்தத்தில் கிடைக்கும் பல்எதிலீன், தாழ்ந்த அடர்த்தியுடையது. எனவே, இப்பலபடி உயர்வழுத்த அல்லது குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீன் என்று வழங்கப்படுகிறது.

(2) குறைவழுத்தத்தில் கிடைக்கும் பலபடி உயர்வடர்த்தி கொண்டது. இப்பலபடி குறைவழுத்த அல்லது உயர் வடர்த்திப் பல்எதிலீன் என்று வழங்கப்படுகிறது.

தாழ்வான மூலக்கூறு எடையுடைய எதிலீன் பலபடி 1879 ஆம் ஆண்டுமுதற் கொண்டே தயாரிக்கப்பட்ட போதிலும், உயர் மூலக்கூறு எடையுள்ள உயர்வழுத்த பல்எதிலீன் 1933-ல் தான்

கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. குறைவழுத்த பல்எதிலீன் 1950-ல் அறிமுகம் பெற்றது.

பல்எதிலீன் கண்டுபிடிப்பு தற்செயலாக நிகழ்ந்த தொன்ருகும். வேதியியற் வினைகள் உயர் வழுத்தத்தில் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன, எந்த அளவுக்கு மாறுபடுகின்றன என்ற ஆய்வின் போதுதான் பல்எதிலீனைப் பற்றி தெரியவந்தது. பென்சால்டிஹைடு (Benzaldehyde), எதிலீன் கலவை உயர்வழுத்தத்தில் வினைபுரிந்து வெண்மைநிறத் தூளைத் தந்தது. ஆய்வுக்குப்பின் இத்தூள் எதிலீனின் பலபடி என்று தெரியவந்தது. எனவே, பென்சால்டிஹைடு இன்றி எதிலீனை மட்டும் இவ்வினைக்குட் படுத்த, வெண்மைநிறப் பலபடி கிடைக்காமல், வினைப்பொருள் வெடித்துச் சிதைவடைந்தது. இவ்வாரம்பத் தோல்வியைக் கண்டு மனம் தளராது, தோல்வியின் காரணத்தை அறியும் பொருட்டு பலபடியாக்கல் முயற்சியில் தீவிரமாக ஈடுபட்டனர். ஒரு சமயம் இவ்வினையின் நடுவே. வினைக்கலத்தின் அழுத்தம் திடீரெனக் குறைய, அழுத்த வித்தியாசத்தைச் சரிக்கட்டும் பொருட்டு, மேலும் எதிலீன் வினைக்கலத்திற்குள் செலுத்தப் பட்டது. முடிவில் வெண்மை நிறங்கொண்ட பல்எதிலீன் கிடைத்தது. அழுத்தக்குறைவைச் சரிக்கட்ட செலுத்தப்பட்ட எதிலீனில், வேகமாற்றியாகப் பணிபுரியும் அளவுக்கு ஆக்ஸிஜன் மாசு காணப்பட, பலபடியாக்கல் தடையின்றி நடந்தது இச் சோதனையில் வெற்றியடையக் காரணம் பாதிவினையின்போது வினைக்கலத்தில் ஏற்பட்ட அழுத்தக் குறைவே யாகும். எதிலீன் பலபடியாக்கல் வினையில் அழுத்த இறக்கம் ஏற்பட வாய்ப்பே இல்லை. எனவே, வினைக்கலத்தில் ஏதோ ஓரிடத்தில் ஏற்பட்ட கசிவு (leak) பல்எதிலீனின் தோற்றத்திற்கும், அதன் பிற்கால வளர்ச்சிக்கும் அடிகோலியது.

சோதனைச்சாலையில் எதில் ஆல்கஹாலிலிருந்து அடர் கந்தக அமிலம், பாஸ்பாரிக் அமிலம் இவற்றின் துணை கொண்டு, ஒரு நீர் மூலக்கூறை நீக்கி எதிலீன் தயாரிக்கப்பட்ட போதிலும், பிளாஸ்டிக் தயாரிப்புக்குத் தேவையான எதிலீன், இயற்கை வாயுவைப் பிளந்து அல்லது பெட்ரோலியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட குறைந்த செறிவுள்ள எண்ணெயைப் பிளந்து கிடைக்கிறது.

$$H_3\ CH_2CH_3 \longrightarrow H_2C{=}CH_2 \quad + \quad CH_4$$

ப்ரொப்பேன் (இயற்கை வாயுவில் உள்ளது.) — எதிலீன் — மீதேன்

பல்எதிலீன் தயாரிக்க 99·8 சதவீதம் தூய்மையுடைய எதிலீன் தேவை. குறிப்பாக, பலபடிச் சங்கிலியில் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உண்டாக்கவல்ல அசட்டலீன் மாசுவை அறவே நீக்க வேண்டும். (தகுந்த வேகமாற்றிமுன் அசட்டலீன் ஹைட்ரஜனேற்றம் அடைந்து எதிலீனாக மாறுகிறது.)

உயர்வழுத்தப் பலபடியாக்கல்

100°C முதல் 300°C வரையில் உள்ள வெப்பநிலை வரம்புக்குள் எதிலீன் 1000 — 3000 வளி அழுத்தத்தில் (1000 — 3000 atmosphere) பலபடியாக மாறுகிறது. இதற்கு மேற்பட்ட வெப்ப நிலையில் பல்எதிலீன் நிலையிறக்கம் அடைவதால் இதனைத் தவிர்க்கவேண்டும். பலபடியாக்கல் வினை ஆக்ஸிஜன் மட்டுமின்றி மற்ற வேகமாற்றிகளான கரிம பெர்ஆக்ஸைடு (organic per oxide) உலோக ஆல்கைல்ஸ் (metal alkyls) போன்ற சேர்மங்களாலும் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வினையின்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தைத் தகுந்த முறையில் நீக்கவேண்டும். வேக மாற்றியான ஆக்ஸிஜனின் அளவு ·05 முதல் 06 சதவீதத்திற்குள் இருக்க வேண்டும். எனவே, தூய்மைமிக்க எதிலீனை முதலில் தயாரித்து, பின்பு தேவையான அளவு ஆக்ஸிஜனைக் கலந்து மேலே குறிப்பிட்டுள்ள வெப்பநிலை அழுத்த வரம்புக்குள் பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது. வினையின்போது எதிலீன் அளவு, அழுத்தம், வெப்பநிலை இம்மூன்றும் நன்கு கண்காணிக்கப்பட வேண்டும். பலபடியாக்கல் முடிந்தபின் எதிலீன் வாயுவைப் பிரித்தெடுத்து, பின்பு உருகியுள்ள பல்எதிலீனை ரிப்பன்போல் பிழிந்து வார்த்து (extruded), குளிரச்செய்து, சிறுதுண்டுகளாக வெட்ட எதிலீன் மணிகள் கிடைக்கின்றன.

இம் முறைக்கு நீர்மம், பால்மமாக்கி போன்ற பொருள்களின் அவசியம் கிடையாது.

குறைவழுத்த முறை

இம் முறையில் பல்எதிலீன் தயாரிப்பதற்கு மூலகாரணம் ஜீக்லர் (Zeigler) என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியின் கண்டுபிடிப்பான அலுமினியம் ட்ரைஎதில், டைடேனியம் டெட்ரா க்ளோரைடு இவற்றின் அணைவே ஆகும். குறைவழுத்தப் பலபடியாக்கல் முறைக்கும், உயர்வழுத்தப் பலபடியாக்கல் முறைக்கும் உள்ள வேறுபாடு இம் முறைகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட வேக மாற்றிகளேயாகும். அலுமினியம் ட்ரை எதில் (Aluminium Triethyl), டைடேனியம் டெட்ராக்ளோரைடு (Titanium Tetra chloride), இரண்டும் தனித்தனியே பலபடியாக்கல் வினையை நிகழச்

செய்யாது. ஆனால், அங்கக உலோகச் சேர்மங்களின் (Organo metallic compounds) வகையைச் சேர்ந்த அலுமினியம் ட்ரைஎதில் டைடேனியம் டெட்ராக்ளோரைடு அணைவு பலபடியாக்கல் வினையைத் தூண்டவல்லது.

குறைவழுத்தப் பல்எதிலீன் தயாரிக்க ஜெர்மனியில் ஜீக்லர் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சமயத்தில், அமெரிக்காவில் பிலிப்ஸ் முறை (Phillip's process), இந்தியானா ஸ்டாண்டர்ட் எண்ணெய் முறை (Standard oil of Indiana Process) என்ற இரண்டு முறைகளும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. பிலிப்ஸ் முறையில் பயன்படும் வினைவேகமாற்றியான ஓரளவு ஒடுக்கம் செய்யப்பட்ட க்ரோமியம் ஆக்ஸைடு, வீரியமாக்கப்பட்ட சிலிக்கா அல்லது அலுமினாவில் தாங்கப்பட்டுள்ளது. இந்தியானா ஸ்டாண்டர்ட் எண்ணெய் முறையில் கரித்தூளில் தாங்கப்பட்ட நிக்கல் ஆக்ஸைடு (Nickel oxide on charcoal) வினைவேக மாற்றியாகப் பணிபுரிகிறது. இங்கு ஜீக்லர் முறை மட்டும் விவரிக்கப் பட்டுள்ளது. இருப்பினும் இம் மூன்று முறைகளிலும் எதிலீனைத்தகுந்த கரைப்பானில் கரைத்து, அக் கரைசலில் எதிலீன நிலைத்திருக்கச் செய்யும் பொருட்டு தேவையான அழுத்தத்தைக் கொடுத்து, பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது.

ஜீக்லர் (Zeigler) முறையில் வினைவேக மாற்றியை ஹைட்ரோகார்பன் நீர்மத்தில் கலந்து கலங்கலாக மாற்றி, எதிலீன் வாயுவைச் சீராக இதனுள் செலுத்த வேண்டும். பலபடியாக்கல் வினை 50°—70°C-க்குள் வளி அழுத்தத்திலேயே நடைபெறுகிறது. பலபடி, சிறுமணிகளாகக் கலத்தின் அடியில் படிந்தபின், கலங்கலைக் கலக்கிச் சேறாக மாற்ற வேண்டும். இச் சேற்றுக் கலவையிலுள்ள வினைவேகமாற்றியின் வீரியத்தைக் குறைத்த பின்பு, வேகமாற்றி, வேகமாற்றியின் சிதைவுப் பொருள்கள், நீர்மம் இவற்றிலிருந்து பலபடியைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பல்எதிலீன் சேறில் சிறிதளவு வேகமாற்றிக் கசடு (catalyst residue) இருப்பின் பல்எதிலீனின் மின்தன்மை வெகுவாகப் பாதிக்கப்படும், எனவே, உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு வாயுவைச் செலுத்த வேகமாற்றிக் கசடு ஆல்கஹாலில் கரையவல்ல அணைவாக மாறுகிறது. பலபடிச் சேறை முதலில் ஆல்கஹாலில் கழுவி, பின்பு நீரில் கழுவி, மையம் விட்டோடல் முறையில் பலபடியைப் படியச் செய்து, பின்பு வடிகட்டி, கிடைக்கும் பல்எதிலீன் சிறு மணிகளை நன்கு உலர்த்த வேண்டும்.

அமைப்பு

$$n\ CH_2=CH_2 \xrightarrow{\text{பலபடியாக்கல்}} \left[CH_2-CH_2 \right]_n$$

பல் எதிலீன்

கிளைகள் அந்த நீண்ட பல்எதிலீன் சங்கிலியின் ஒரு பகுதி கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$\ldots\ldots\ -CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\ \ldots\ldots$$

மேலே காட்டப்பட்டுள்ள பல்எதிலீன் அமைப்பிலிருந்து, இம் மூலக்கூறில் கிளைச் சங்கிலிகள் முற்றிலும் கிடையாது எனக் கருதுவது தவறு. ஏனெனில், 100 சதவிகிதம் கிளைச் சங்கிலிகள் அற்ற பலபடி கிடைப்பது அரிது. குறைவழுத்தப் பலபடியில் மிகக் குறைவான அளவுகளைச் சங்கிலிகள் தென்படுவதால், பலபடிச் சங்கிலிகள் நெருக்கமாக அடைக்கப்பட்டு, அதன் அடர்த்தி உயர்வாக உள்ளது. உயர் அழுத்தப் பலபடியில், கணிசமான அளவில் கிளைச் சங்கிலிகள் காணப்படுவதன் விளைவாக நெருக்கமான அமைப்புக்குக் குந்தகம் ஏற்பட்டு முடிவில் அதன் அடர்த்தி குறைந்து காணப்படுகிறது. மேலும், குறைவழுத்த பலபடியில் காணும் மேம்பட்ட ஒழுங் கமைப்பு, இதற்கு உயர்வழுத்தப் பலபடியைவிட உயர்ந்த படிகத் தன்மையை அளிக்கிறது. இவ்விரு பல்எதிலீன்களின் வெப்ப நிலை உயர, அவற்றின் படிகத் தன்மை குறைகிறது. எனவே, உயர் வெப்பநிலையில் படிகத் தன்மையற்ற பல்எதிலீனைப் பெறலாம் என இதிலிருந்து நன்கு விளங்கும். இவ்வித இடைமாற்றம் (transition) 100°—120° வெப்பநிலை வரம்புக்குள் மிகத் தீவிரமாக நிகழ்கிறது. இம் மாற்றத்திற்குப் பின்னர் பலபடியை இலேசாகச் சூடேற்ற அது இளகி விரைவில் நீர்மமாக மாறுகிறது. இவ்வியல்பு பல்எதிலீனின் செயல் முறையை மிக எளிதாக்குகிறது.

தன்மைகள்

குறைவடர்த்தி பல்எதிலீன், அதன் தாழ்ந்த இளகுநிலை காரணமாக மெழுகையொத்துக் காணப்படுகிறது. உயர்ந்த இளகுநிலை கொண்ட உயர்வடத்தி பல்எதிலீனின் விறைப்புத் தன்மை (rigidity) சிறந்து காணப்படுகிறது. ஆனால், இதன் தாக்கு வலு குறைவு.

பலபடியில் காணும் நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன் தொகுதிகள் பல்எதிலீனுக்குச் சிறந்த நீர் எதிர்ப்புத் தன்மையை அளிக்கின்றன. இத்தன்மை பல்எதிலீனின் அடர்த்தி ஏற்ற இறக்கத்திலும் மாருது.

வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட பல்எதிலீன் ஆக்ஸிஜனேற்றிகள், உப்பீனி (Halogens) இவற்ருல் எளிதில் தாக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக அறை வெப்பநிலையில் பல்எதிலீன் ஹைட்ரோ கார்பன் போன்ற நீர்மங்களில் கரையாது. ஆனல், மெதுவாக இந் நீர்மங்களை உறிஞ்சி பல்எதிலீன் பருத்து விடுகிறது. குறிப்பிடத்தக்க அம்சம் என்ன வெனில் பல்எதிலீனின் அடர்த்தி அதிகரிக்க இதன் கரைதிறன் படிப்படியாகக் குறைகிறது.

பல்எதிலீன் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து படிப்படியாக நிலை யிறக்கம் அடைகிறது. இந் நிலையிறக்கம் புற ஊதாக்கதிர்களில் மேலும் தீவிரமடைகிறது. புற ஊதாக்கதிர்களை உறிஞ்சும் தன்மையற்ற பல்எதிலீனில் இக் கதிர்கள் விளைவிக்கும் நிலை யிறக்கத்திற்குக் காரணம் பலபடியில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் தோற்று விக்கும், புற ஊதாக்கதிர்களை உறிஞ்ச வல்ல கார்பானில் (carbonyl) தொகுதிகளாகும். ஆக்ஸிஜனல் நிலையிறக்கமடையும் இப் பலபடி காலமாறுதலில் நிலைப்புத் தன்மையை இழந்து விடும். காலமாறுதலில் பல்எதிலீன் கெடாமல் இருக்க இரண்டு சதவீதம் கார்பன் ப்ளாக்கைப் (carbon black) பலபடியுடன் கலக்க வேண்டும். மேலும், ஐந்து முதல் பத்து சதவீதம் வரைக் கலக்கப்படும் பல் ஐஸோப்யூட்டிலீன் பலபடி (poly isobutylene) பல்எதிலீனில் ஏற்படும் தகைவு வெடிப்பை (stress crack) குறைக் கின்றது.

செயல்முறை

தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு உரித்தான பீச்சி வார்த்தல் (Injection moulding), பிழிந்து வார்த்தல் (Extrusion), ஊதி வார்த்தல் (Blow moulding) போன்ற செயல்முறைகள் பல்எதிலீனுக்கு நன்கு பொருந்தும். பல்எதிலீனை மிக எளிதாகச் செயல்முறையாக்கலாம். பல்வினைல் க்ளோரைடைப் போலன்று இப் பலபடிக்கு மென்மையூட்டிகளே தேவை இல்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க அம்சமாகும்.

பயன்கள்

குறைவடர்த்தி பல்எதிலீனைப் போலன்றி 100°C வெப்ப நிலையிலும் உயர் அடர்த்தி பல்எதிலீன் இளகாது. எனவே,

உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீன் பொருள்களை, கிருமிகளைக் கொல்ல, நீராவியில் சூடேற்றலாம். உயர்வடர்த்திப் பலபடியின் மேம்பட்ட வலுவின் காரணமாக, ஒரு குறிப்பிட்ட வலிவுள்ள பொருளைத் தயாரிக்க, குறைவடர்த்திப் பலபடித் தகட்டைவிடக் குறைந்த தடிப்புக் கொண்ட உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீன் தகடு போது மாதலால், பொருளின் அடக்கவிலையைக் குறைக்க இயலும்.

பல்எதிலீன் படலங்கள் பொருள்களைக் கட்டி அனுப்பும் மேலுறையாகப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. உயர்வடர்த்திப் பல் எதிலீனைக் காட்டிலும் குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீனே படலங்கள் தயாரிப்பில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. குறைவடர்த்திப் பலபடி தாழ்ந்த மூலக்கூறு எடை காரணமாக எளிதில் உருகி விடும். மேலும், உருகிய நீர்மமும் சமச்சீருள்ளதாக இருக்கும். உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீனில் அதன் உயர்ந்த உருகுநிலை காரணமாகச் செயல்முறை வெப்பநிலையில் ஏதேனும் ஒரு துகள் உருகாமல் இருந்தால்கூட, படலத்தில் நுண்துளை ஏற்பட்டு விடும். இப் படலங்களின் குறைவான விலை, நீர் புகாத்தன்மை, வலிமை ஆகிய இம் மூன்று காரணங்களால் இன்று சிறு பீடாக் கடைகளிலும்கூட மேலுறையாகப் பயன்படுகின்றன. மளிகைக் கடைகளில் காகிதப் பைகளைக் காண்பது அரிதாகிவிட்டது என்று கூறுமளவுக்கு, காகிதப் பைகளின் இடத்தை பல்எதிலீன் பைகள் பிடித்து வருகின்றன. இவை பல்எதிலீன் பிளாஸ்டிக்கின் வளர்ச்சிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள் என்பதில் ஐயமில்லை.

காகிதம் நீரை உறிஞ்சும், குறைவடர்த்தி பல்எதிலீனைக் கொண்டு இதன் மேற்பரப்பில் பூச, காகிதம் நீர் உறிஞ்சும் தன்மையை இழக்கிறது. எனவேதான் பல்எதிலீன் மேற்பூச்சு கொடுக்கப்பட்ட சாக்குகள், உரங்கள் போன்ற பொருள்களைக் கட்டி அனுப்பவும் பயனாகின்றன.

இந்தியாவில், குறிப்பாக அரியானா மாநிலத்தில் பால் விற்பனை செய்ய பல்எதிலீனாலான பைகளைப் பயன்படுத்து கின்றனர்.

பீச்சி வார்த்தல் முறையில் உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீனும், குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீனும் பயன்படுத்தப்பட்டு, வீட்டுக்குத் தேவையான பிளாஸ்டிக் வாளிகள், கூடைகளிலிருந்து மருந்தகம், ஆய்வுக் கூடங்களுக்கு தேவையான, வலுவும், வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறன்மிக்க புனல்கள், முகவைகள், ஜாடிகள் போன்ற பொருள்கள் வரை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

முகப்பௌடர்கள், ஷாம்பூ இவை அடைத்து விற்பனைக்கு வரும் பிளாஸ்டிக் புட்டிகள் பல்எதிலீனிலிருந்து ஊதிவார்த்தல் முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

சோதனைச் சாலைகளிலும், வீடுகளிலும், பல்எதிலீன் குழாய் நீர் கொண்டுசெல்லப் பயன்படுகிறது. கயிறு திரிக்கவும், வலைகள் பின்னவும் பல்எதிலீனின் ஓரிழைகள் உதவுகின்றன.

பல்எதிலீனின் மின்கடத்தா இயல்பினால் அதாவது தாழ்ந்த மின்னிழப்புத் தன்மையினால் கடலுக்கடியில் செல்லும் மின்கம்பிகளுக்குக் காப்பாகப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பலபடியின் நீர் எதிர்ப்புத் தன்மை இப்பணியை மேலும் சிறப்புறப் புரிய உதவுகிறது.

பல்எதிலீனில் உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன் தொகுதிகளின் உயர்ந்த நீர் எதிர்ப்புத்தன்மை காரணமாக, பலபடியை நீரில் கலந்து பால்மம் (emulsion) தயாரிக்க இயலாது. உயர் வெப்பத்தில் ஆக்ஸிஜனோடு அல்லது நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற ஆக்ஸிஜனேற்றியுடன் பல்எதிலீனை வினைபுரியச் செய்தால், குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் பரவலாகக் கொண்ட பல்எதிலீன் மோனோ கார்பாக்சிலிக் அமிலம் (Polyethylene mono carboxylic acid), அல்லது டை கார்பாக்சிலிக் அமிலம் (Dicarboxylic acid.) கிடைக்கிறது. இவ் வினைபொருள்கள் நீருடன் கலந்து, நிலைப்புத் தன்மை பொருந்திய பால்மங்களைக் கொடுக்கும். வண்ணப் பூச்சுகள் தயாரிக்க இப் பால்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள உயர்வழுத்தப் பல்எதிலீன் குறைவழுத்தப் பல்எதிலீன் இரண்டையும் தவிர மற்ற இரண்டு பலபடிகளைப் பற்றிக் கீழே சுருக்கமாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

உயர்வழுத்தப் பல்எதிலீன், குறைவழுத்தப் பல்எதிலீன் இவற்றின் மூலக்கூறு எடை பொதுவாக 8000 முதல் 13000 வரை காணப்படுகிறது. பதினைந்து லட்சத்திற்குமேல் மூலக்கூறு எடையுடைய, மீம் மூலக்கூறு எடையுடைய பல்எதிலீன் (ultra high molecular weight), அதனது மிகவும் மேம்பட்ட தகைவு வெடிப்பு எதிர்ப்புத் திறன் (stress crack resistance), தாக்குவலு, வேதியியற் எதிர்ப்புத்தன்மை காரணமாகத் தற்பொழுது பரவலாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இப் பலபடியின் மீம் மூலக்கூறு எடை காரணமாக, உருகிய பிசினின் பாகுத் தன்மை மிக உயர்ந்து காணப்படுவதால், வெப்பத்தால் இறுக வல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு உரித்தான அழுத்த வார்த்தல் முறை மூலம் இது செயல் முறையாக்கப்படுகிறது.

நீண்ட சங்கிலி அமைப்பைக் கொண்ட பல்எதிலீனை உயர்வாற்றல் கதிர்கள் (High energy radiations) தாக்கும்போது, ஹைட்ரஜன், சிறிதளவு மீதேன், ஈதேன், பிரொப்பேன் போன்ற வாயுக்கள் நீக்கம் பெற்று பலபடிச் சங்கிலிகளிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இக் கதிர்களின் தாக்குதல் நேரம் அதிகரிக்க, மேலும்மேலும் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட்டு முடிவில் பல்எதிலீன் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழியாக மாறுபடுறது.

எதிலீன் இணைப்பலபடிகள்

எதிலீனை 1-ப்யூட்டீன் (1-Butene), ப்ரொப்பிலீன் (Propylene) போன்ற சேர்மங்களுடன் கலந்து இணைப்பலபடியாக்கல் செய்வதன்மூலம் தகைவு வெடிப்பு எதிர்ப்புத்திறன், கால மாறுதலில் நிலைப்புத் தன்மை இவற்றின் மேம்பாடு காணப் படுகிறது. இணைப்பலபடியாக்கலில், தேவையான அளவு கிளைச் சங்கிலிகள் ஏற்பட்டு மேம்பட்ட தன்மைகளை இணைப் பலபடிகள் பெறுகின்றன. குறிப்பாக ரப்பரைப் போன்று மீள்தன்மை பெற்ற எதிலீன்—ப்ரொப்பிலீன் இணைப்பலபடி தட்ப வெப்பநிலையில் கெடாமல், வெப்ப மாறுதல்களில் நிலை யிறக்கம் அடையாமல் இருப்பதால், கொதி நீராவி கொண்டு செல்லும் குழாய்கள் (steam hoses) தயாரிப்பிலும், கடலுள் செல்லும் மின்கம்பிகளுக்குக் காப்பான்களாகவும் பயனுகின்றன.

பல்ப்ரொப்பிலீன் (Poly propylene)

பல்ஒலிஃபீன்களில் ஒன்றுன பல்ப்ரொப்பிலீன், ப்ரொப் பிலீன் எனப்படும் நிறையுருத ஹைட்ரோ கார்பனின் பலபடி யாகும்.

$$n\ CH_3—CH{=}CH_2 \xrightarrow{\text{பலபடியாக்கல்}} \left[\begin{array}{ccc} CH_3 & & H \\ | & & | \\ —C & — & C— \\ | & & | \\ H & & H \end{array}\right]_n$$

முதன்முதலில் ப்ரொப்பிலீனை உயர்வழுத்தத்தில் பலபடியாக மாற்ற முயன்றபோது எண்ணெய்ப் பசை கொண்ட நீர்மம் அல்லது ரப்பரைப் போன்ற பொருள் கிடைத்தது. பிளாஸ்டிக் யுகத்திலேயே தலைசிறந்தவர் எனக் கருதப்பட்ட "நட்டா" (Nutta) என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானியின் ஆராய்ச்சியின் விளைவாகத்தான் படிகத்தன்மையுடைய பல்ப்ரொப்பிலீன் கண்டு

பிடிக்கப்பட்டது. பல்எதிலீன் தயாரிப்பில் பங்குபெற்ற ஜீக்லர் வேகமாற்றியான அலுமினியம் ட்ரை ஆல்கைல்—டைடேனியம் டெட்ராக்ளோரைடு அணைவைப் போன்ற வேறுசில ஜீக்லர் (Zeigler) வகை வேகமாற்றிகளில் நட்டா ஆராய்ச்சி நடத்திய போது, அலுமினியம் ட்ரைஎதிலுடன் டைடேனியம் டெட்ரா க்ளோரைடுக்குப் பதிலாக டைடேனியம் ட்ரைக்ளோரைடை (A' Titanium Trichloride) சேர்த்துக் கிடைக்கும் அணைவு ப்ரொப்பிலீனைப் பலபடியாக மாற்றும் தன்மையுடையது என்று கண்டுபிடித்தார். இவ்வினைவேக மாற்றி தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் (stereo specific) வினைவேக மாற்றியாகும். அதாவது பலபடியாக்கலின்போது சமச்சீரற்ற (asymmetric) ப்ரொப்பிலீன் ஒருபடிகளை ஒழுங்கான முறையில் பிணைக்கவும் அத்தகைய பிணைப்பைக் கட்டுப்படுத்தவல்ல வினைவேக மாற்றியைத்தான் தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் வேகமாற்றி என்று வழங்கப்படுகிறது. பலபடியாக்கலில் ஒழுங்குமுறை இருப்பதன் காரணமாகவே, பலபடி படிகத்தன்மையைப் பெறுகிறது.

பலபடியாக்கல்

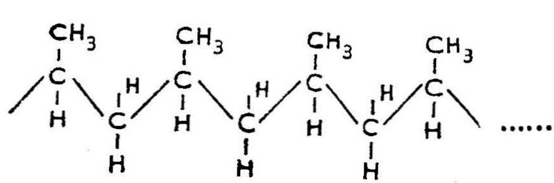
ஒருபடியான ப்ரொப்பிலீன் வாயு பெட்ரோலியம் சுத்திகரிப்பு வாயுவிலிருந்து கிடைக்கிறது. பல்ப்ரொப்பிலீனின் நீண்ட சங்கிலியில் குறுக்குப் பிணைப்பை உண்டாக்கவல்ல மெதில் அசட்டிலீன் (Methyl acetylene), பலபடியாக்கலைத் தூண்டவல்ல வினைவேக மாற்றியை அழிக்கவல்ல நீர் மூலக்கூறுகள், இவற்றி லிருந்து ப்ரொப்பிலீன் விடுபட்டிருத்தல் அவசியம். ஹைட்ரோ கார்பன் நீர்மத்தில் கலக்கப்பட்ட வேகமாற்றியின் வழியே 100 வளி அழுத்தத்தில் தூய்மை மிக்க ப்ரொப்பிலீனைச் செலுத்தப் பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்கிறது. பலபடியை வீழ்படிவாகப் பெற, வினையின்போது வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். 40—45 சதவீத வினை நிகழ்ந்தபின், கலவையை நன்ருகக் கலக்கி வினையுருத ப்ரொப்பிலீனை நீக்கி, மையம் விட்டோடல் முறை மூலம் நீர்மத்தைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். பலபடியுடன் கலந்திருக்கும் வேகமாற்றிக் கசடைப் பிரித்தெடுக்க, உலர்ந்த ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு வாயுவை இக் கலவையினுள் செலுத்த வேகமாற்றி, ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு அணைவு உண்டாகிறது. இவ்வணைவை நீக்க, கலவையை ஆல்கஹாலுடன் கழுவி, அதன்பின் மீந்துள்ள பலபடியை உலர்த்தி, பிறகு பிழிந்து வார்த்தல் மூலம் பலபடித் துண்டுகளைப் பெறலாம்.

பல்ப்ரொப்பிலீன் மூலக்கூறு எடை 40,000 முதல் 50,000-க்குள் காணப்படுகிறது. பல்எதிலீன் அடிப்படை

கூறில் உள்ள நான்கு ஹைட்ரஜன் தொகுகளில் ஒன்றை நீக்கி அந்த இடத்தில் வினைத்திறன் மிகக்குறைவாக உடைய மெதில் தொகுதியால் பதிலீடு செய்தால் பல்ப்ரொப்பிலீனின் அடிப்படை கூறு கிடைக்கும் என விளங்கும். மூலக்கூறுகளில் அதிக வேறுபாடு இல்லாததையொட்டி இவ்விரண்டு பல படிகளின் இயல்புகளும் பெரும்பாலும் ஒன்றையொன்று ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. இருப்பினும் பல் எதிலீனைவிட படிகத் தன்மையில் பல்ப்ரொப்பிலீன் உயர்ந்து சிறந்து காணப் படுகிறது.

176°C-ல் உருகவல்ல, கிட்டத்தட்ட முற்றிலும் படிகத் தன்மைகொண்ட பல்ப்ரொப்பிலீன் உண்டு. இது "ஒருபக்க" (Isotactic) வகையைச் சேர்ந்த பலபடி. "கட்டுக்கோப்பற்ற" (Atactic) வகையைச் சேர்ந்த படிகத்தன்மையற்ற ப்ரொப்பிலீன் பலபடிகளும் உள்ளன. படிகத்தன்மையற்ற காரணத்தால் இவ்வகைப் பலபடிகள் நீர்மமாக அல்லது ரப்பரைப் போன்ற தன்மையுடய திண்மமாகக் கிடைக்கின்றன. நட்டாவின் கண்டு பிடிப்புக்கு முன்பு உயர்வழுத்தத்தில் பெறப்பட்ட பல் ப்ரொப்பிலீன் கட்டுக்கோப்பற்ற வகையைச் சேர்ந்தது என்று கூறத் தேவையில்லை. பல்ப்ரொப்பிலீனின் அமைப்பைப் பொறுத்தே "ஒருபக்க" "கட்டுக்கோப்பற்ற" பலபடிகள் கிடைக்கின்றன.

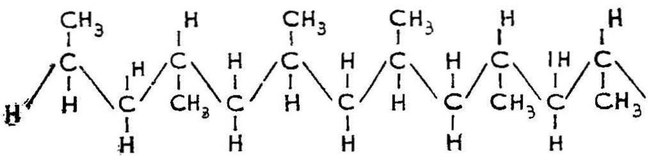
தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் வினை வேகமாற்றி பல படியாக்கலின் போது ஒருபடிகளைச் சீராக, ஒருங்காக இணையச் செய்கிறது. ராணுவ அணிவகுப்பில் எவ்வித ஒழுங்குமுறை கடைப்பிடிக்கப் படுகின்றதோ, அதேபோன்று தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் வினைவேகமாற்றி முன் பலபடி யாக்கல் செய்யும் பொழுது அடிப்படைக் கூறில் உள்ள மெதில் தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலியின் ஓரேபுறத்தில் (ஓரேபக்கத்தில்) அமையும் வண்ணம் இணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன.



ஒரு பக்கப் பலபடி (Isotactic)

இவ்வமைப்பில் சில மெதில் தொகுதிகள் தாளில் சங்கிலிக்கு மேல் பகுதியிலும், சில கீழ்ப்பகுதியிலும் பரவலாக இல்லாமல் எல்லா மெதில் தொகுதிகளும் சங்கிலியின் மேல் பகுதியில் இருப்பதைக் காணலாம். இத்தகைய ஒழுங்கான அமைப்பின் காரணமாக, பலபடிச் சங்கிலிகள் நெருக்கமாக அடைபட்டு, பலபடிக்குப் படிகத்தன்மை கிட்டுகிறது.

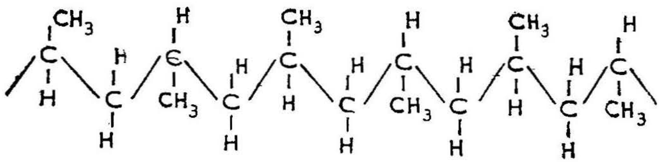
மாறுகத் தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் வேகமாற்றி யின்றிக் கிட்டும் கட்டுக்கோப்பற்ற பலபடியில் மெதில் தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலியில் ஓர் ஒழுங்கின்றித் தாறுமாறுக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, பலபடிச் சங்கிலியில் சில மெதில் தொகுதிகள், படத்தில் காட்டியபடி சங்கிலியின் மேல் பகுதியிலும், சில கீழ்ப் பாகத்திலும் ஓர் ஒழுங்கின்றிப் பரவலாகச் காணப்படுகின்றன.



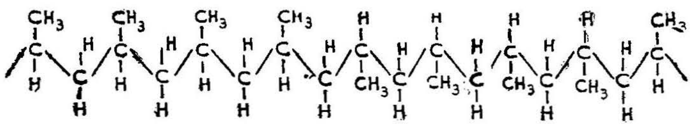
கட்டுக் கோப்பற்றப் பலபடி (Atactic)

ப்ரொப்பிலீன் பலபடியாக்கல் வினையில் இரண்டுரகப் பலபடிகளும் கிடைக்கின்றன. செயல் முறையாக்க வல்ல பல்எதிலீனிலிருந்து விரும்பத்தக்க இயல்புகளைப் பெறுத கட்டுக்கோப்பற்ற பலபடியைப் பிரித்தெடுத்தல் அவசியம். பலபடியாக்கல் வினைக்குப் பயன் படுத்தப்படும் நீர்மத்தில் கட்டுக்கோப்பற்ற பலபடிமட்டுமே கரையும். "ஒருபக்க" பலபடி கரையாது. எனவே வினை முடிந்ததும் வினைக்கலத்தில் உள்ள கலவையை நன்ருகக் கலக்க, கட்டுக்கோப்பற்ற பலபடி ஹைட்ரோ கார்பன் நீர்மத்தில் கரைந்து, நீர்மத்தை வெளியேற்றும்போது, நீர்மத்தோடு இதுவும் வெளியேற்றப்படுகிறது.

பல்ப்ரொப்பிலீனில் மேலே கூறப்பட்ட "ஒருபக்க", கட்டுக் கோப்பற்றவகை பலபடிகளைத்தவிர "மாறுபக்கப்" பலபடி (Syndiotactic), ஸ்டீரியோப்ளாக் (Stereoblock) என்ற இரண்டு வகைப் பலபடிகளும் உள்ளன. தாளில் வரையப்பட்ட "மாறுபக்க" பலபடிச் சங்கிலியின் மேல் பாகத்திலும் கீழ்ப் பாகத்திலும் மெதில் தொகுதிகள் ஒழுங்காக மாறி மாறிக் காணப் படுகின்றன.



ஸ்டீரியோப்ளாக் பலபடி ஒருவகையில் "ஒருபக்கப்" பலபடியை ஒத்ததாகும். இப் பலபடிச் சங்கிலியில் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் வரை, மெதில் தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலியின்மேல் புறத்தில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கொண்டால், பலபடிச் சங்கிலியில் அடுத்த அதே நீளம்வரை மெதில் தொகுதிகள் கீழ்ப்பக்கம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய இணைப்புகள் மாறிமாறிப் பலபடிச் சங்கிலி முழுவதும் காணப்படும்.



'ஒருபக்கப்' பலபடி அதன் ஒழுங்கான, நெருக்கமான அமைப்பின் காரணமாகப் படிகத் தன்மையைப் பெறுகிறது என்றாலும், ஹைட்ரஜன் தொகுதியைவிட பருமன்மிக்க மெதில் தொகுதிகளின் விளைவால் பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கிடையே நிலவும் நெருக்கம் ஓரளவு பாதிக்கப்படுகிறது. எனினும், இவ்வமிசம் படிகத்தன்மைக்குக் குந்தகம் விளைவிக்கவில்லை. ஏனெனில் 95 முதல் 97 சதவீதம்வரை 'ஒருபக்கப்'பலபடி அமைப்பைப்பெற்ற பலபடியிலும் படிகத்தன்மை 65—70 சதவீதத்தைத் தாண்டுவதில்லை

தன்மைகள்

நுரையேற்றப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கை அடுத்து, பல்ப்ரொப்பிலீன்தான், எடை மிகக்குறைவான, இலேசான பிளாஸ்டிக்காகும்.

பொதுவாக எல்லாத் தன்மைகளிலும், தங்களது ஒற்றுமை மிகுந்த அமைப்பின் காரணமாக, பல்ப்ரொப்பிலீனும், பல் எதிலீனும் ஒன்றையொன்று ஒத்துக்காணப்படுகின்றன. இருப்பினும், மேம்பட்ட படிகத்தன்மை காரணமாக, பல்ப்ரொப்பிலீனின் இளகு நிலை, பல்எதிலீனின் இளகு நிலையைவிட உயர்ந்து காணப்படுகிறது.

உயர்வடர்த்திபல்எதிலீனின் இளகுநிலை வரம்பு $= 122°—130°C$.
பல்ப்ரொப்பிலீனின் இளகுநிலை வரம்பு $= 140°—150°C$

உலோகத்தகடு ஒன்றை எடுத்து அதை வளைத்து நிமிர்த்தினால் அதனுள் திரிபு ஏற்படுகிறது. இத்தகட்டை மீண்டும் மீண்டும் வளைத்து நிமிர்த்தினால், குறிப்பிட்ட எல்லைக்குப்பின்பு ஒடிந்துவிடுகிறது. உலோகத்தினால், ஏற்படும் திரிபின் காரணமாக இதன் வளைப்புவலு மிகக்குன்றி, முடிவில் ஒடிந்துவிடுகிறது. பல்ப்ரொப்பிலீன் மிகச் சிறந்த விளைப்பு வலுப்பெற்ற இப் பிளாஸ்டிக் தகடு ஒன்றை, சுமார் பத்துலட்சம் தடவைகளுக்கு மேல் வளைத்து நிமிர்த்தாலும், ஒடியாமல் வலுவுடன் காணப்படுகிறது. எனவே, வீடுகளில் கதவு, ஜன்னல்களில் காணப்படும் கீல்களைப் (hinges) போன்று பல்ப்ரொப்பிலீன் கீல்கள் தயாரிக்க இப் பலபடியின் சிறந்த வளைப்புவலு உதவுகிறது. மிகத்தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலும் அதாவது $-70°$ C யிலும் இதன் வளைப்பு வலு குன்றுவதில்லை. எனவே, மிகத்தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலும் பல்ப்ரொப்பிலீன் நொறுங்கும் தன்மையற்றுக்காணப்படுகிறது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட தன்மைகளில் பல்ப்ரொப்பிலீன், பல்எதிலீனைவிட மேம்பட்டுக் காணப் பட்டாலும், இதன் தாக்குவலு, குறிப்பாகஉயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீனைவிடத் தாழ்ந்து காணப் படுவதால், ப்யூட்டில் ரப்பர் (Butyl rubber) அல்லது பல் ஐஸோப்யூட்டிலீன் போன்ற பலபடியைக்கலந்து பல்ப்ரொப்பிலீனின் தாக்குவலுவுக்கு ஓர் ஏற்றம் கொடுக்கலாம்.

சிறந்த மின்னியல்புகளைப் பெற்றுள்ள இப் பலபடியின் மின்தன்மை அதன் அமைப்பு மாறுதலால் மாறுபாடு அடையாது. ஆனால், பலபடியில் காணும் வேகமாற்றிக்கசடு பல்ப்ரொப்பிலீனின் மின்னியல்பைப் பாதிக்கும்.

பல் எதிலீனைப் போன்றே காலமாறுதலில் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து நிலையிறக்கமடையும் பல்ப்ரொப்பிலீனிலும் புறஊதாக்கதிர்கள் கேடு விளைவிக்கும்.

பயன்கள்

பல்எதிலீனையொத்த வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட பல்ப்ரொப்பிலீன், அதன் மேம்பட்ட வெப்பம் தாங்கு மாற்றல் காரணமாக கிட்னி டிஷ்கள் (Kidney dishes) போன்ற மருந்தகங்களில் பயன்படும் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது. மேலும், பல்ப்ரொப்பிலீன் பொருள்கள் இலேசாக உள்ளன.

கிருமிகளைக் கொல்லும் பொருட்டு இவற்றை நீராவியில் சூடேற்றலாம்.

பல்ப்ரொப்பிலீனின் தலைசிறந்த, வளைப்பு வலு காரணமாகக் கீல்கள் தயாரிக்க இது உதவுகிறது என்று தன்மைகளில் குறிப்பிட்டோம். பல்ப்ரொப்பிலீன் படலங்களின் நுழைவால் செல்லுலோஸ் அசடேட் படலங்கள் தன்னிடத்தை இழந்து வருகிறது. போட்டோப்படலங்கள் தயாரிப்பிலும் இதன் பங்குக்குறிப்பிடத்தக்க தொன்றாகும்.

பல்ப்ரொப்பிலீனை அறைவெப்பத்திலேயே, அதாவது வெப்பமின்றியே, இழைகளாகப் பிழியலாம். இவ்விழைகள் குறைவான அடர்த்திகாரணமாக நீரில்மிதக்கும். மேலும், இதன் சிறந்த நீர் எதிர்ப்புத்தன்மை காரணமாக, பல்ப்ரொப்பிலீன் இழைகள் கயிறுதிரிக்கவும், வலைகள் பின்னவும் பயனாகின்றன.

பல்ப்ரொப்பிலீன் தகடுகளைப் பற்றவைத்து இணைக்க முடியும். எனவே நுணுக்கம் மிக்க பல்ப்ரொப்பிலீன் பொருளைத் தயாரிக்க, முதலில் பல்ப்ரொப்பிலீன் தகடுகளிலிருந்து, விழையும் பொருளின் பல பகுதிகளைத் தயாரித்துப் பின்பு இப் பகுதிகளைப் பற்றவைக்கலாம்.

வேதியியற் சேர்மங்கள் தயாரிக்கும் வினைக்கலங்களில் பல்ப்ரொப்பிலீன் தகடுகள், அவற்றின் மேம்பட்ட வெப்ப எதிர்ப்புத் திறன், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் காரணமாக, உள்ளுறையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மேலும், தயாரிப்புக்குத் தேவையான வினைப்பொருள்களைக் கொண்டுவரவும், வினைபொருள்களை வெளியே கொண்டுசெல்லவும் பல்ப்ரொப்பிலீன் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன.

12. வினைல் பிளாஸ்டிக்குகள்

(VINYL PLASTICS)

இந்தியாவில் இன்று மிகுதியான அளவு தயாராகும் பிளாஸ்டிக், வினைல் பிளாஸ்டிக்கான, பல்வினைல் க்ளோரைடு (Poly vinyl chloride) ஆகும். நாம் கடைகளில் காணும் PVC குழாய்கள், PVC காலணிகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவைகள். நீண்ட நேரம் ஓடும் கிராமபோன் ரிக்கார்டுகளும் (L.P. records) வினைல் பிளாஸ்டிக்கிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டவைகள் ஆகும்.

PVC எனப்படும் பல்வினைல் க்ளோரைடு 1961 ஆம் ஆண்டில்தான் இந்தியாவில் தயாரிக்கப்பட்டது.

$CH_2=CHX$ என்ற பொதுவாய்பாடுடைய வினைல் சேர்மங்களின் பலபடிகளை வினைல் பிளாஸ்டிக்குகள் எனக் குறிப்பிடுகிறோம். பொதுவாய்பாட்டில் உள்ள X தொகுதி க்ளோரினாக இருப்பின், இதன் பலபடி பல்வினைல் க்ளோரைடு ஆகும். X தொகுதி அசட்டேட் தொகுதியாக இருப்பின், வினைல் அசடேட்டுச் சேர்மம் கிடைக்கும். இதன் பலபடி பல்வினைல் அசட்டேட் (PVA — Poly vinyl acetate). மேலும் வினைல் க்ளோரைடு, வினைல் அசட்டேட்டைக் கலந்து இணைப்பலபடிகள் தயாரிக்கலாம். ஆகவே, இவ்வத்தியாயத்தில் தொழிலளவில் பெரிதும் வளர்ச்சி கண்ட பல்வினைல் க்ளோரைடு, பல்வினைல் அசடேட் இவற்றிற்கு மட்டுமே முக்கியத்துவம் அளிக்கப் பட்டுள்ளது.

வினைல் பிளாஸ்டிக்குகளை வகைப்படுத்திக் கூறும் இத் தருணத்தில் குறிப்பிட வேண்டிய மிக முக்கியமான அம்சம் என்னவெனில், பல்ஸ்டைரீன் (polystyrene) எனப்படும் பலபடியும் வினைல் பிளாஸ்டிக்குகளில் ஒன்றாகும். ஏனெனில்,

$H_2C=CHX$ வாய்பாட்டில் X தொகுதி ஃபீனைல் தொகுதியாக விருந்தால் ஸ்டைரீன் மூலக்கூறு ($H_2C=CH-C_6H_5$) கிடைக்கும். ஆனால், PVC, PVA பிளாஸ்டிக்குகளின் தன்மைகளிலிருந்து பல்ஸ்டைரீனின் இயல்புகள் வேறுபட்டுக் காணப்படுவதால், பல்ஸ்டைரீனைத் தனி அத்தியாயத்தில் காணலாம்

1838-ல் ரெனோ (Regnault) என்பவரால் வினைல் க்ளோரைடு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதன் பலபடியைப் பற்றி அப்போது ஒன்றுமே கூறப்படவில்லை. ஆனால், வினைல் க்ளோரைடை நன்கு மூடப்பட்ட குழாயில் அடைத்துச் சூரிய ஒளியில் வைத்ததில் வெண்மை நிறத்தூள் கிடைத்தது என்று இவ்விஞ்ஞானி அறிவித்தார். ஆனால், அத் தூளின் தன்மை என்ன, அது ஏன் கிடைத்தது என்பதைப் பற்றி அறிய முயற்சி எடுக்கப்படவில்லை. சூரிய ஒளியில் வினைல் க்ளோரைடு பலபடியாக்கல் அடைந்து வெண்மை நிறத்தூளைக் கொடுக்கிறது என்று பாமன் (Baumann) என்ற விஞ்ஞானி 1872-ல் கண்டறிந்தார். இருப்பினும், 1930 வரை பல்வினைல் க்ளோரைடைப்பற்றி ஒருவரும் நினைத்துக்கூட பார்க்கவில்லை. அதற்கான முக்கியமான காரணங்களில் ஒன்றும் சரியான வகையில் அமையாததேயாகும். இரண்டாவது உலகப் போர் நிகழ்ந்தபோது ரப்பருக்குத் தட்டுப்பாடு ஏற்படவே, மென்மையூட்டப்பட்ட PVC-ன் பக்கம் கவனம் சென்றது. இதன் பின்னரே PVC-ன் முழுவளர்ச்சி ஏற்பட்டது.

வினைல் க்ளோரைடு

(1) கால்சியம் கார்பைடிலிருந்து (Calcium carbide) கிடைக்கும் அசட்டலீன் (Acetylene), மெர்க்குரிக் க்ளோரைடு வேகமாற்றி முன், ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடுடன் வினைபுரிந்து வினைல் க்ளோரைடைத் தருகிறது.

$$HC\equiv CH + HCl \xrightarrow{HgCl_2} H_2C=CHCl$$

(2) இயற்கை வாயுவில் உள்ள எதிலீன், க்ளோரினுடன் வினைபுரிந்து டைக்ளோரா ஈதேன் (Dichloro ethane) தருகிறது. டைக்ளோரோ ஈதேனை உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள குழாய் வழியே செலுத்தும்போது, மூலக்கூறு பிளந்து வினைல் க்ளோரைடும், ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடும் கிடைக்கின்றன. பொதுவாக இரண்டாவது முறையே பெரும்பாலும் பயனில் உள்ளது.

பலபடியாக்கல்

வினைல் க்ளோரைடைப் பலபடியாக மாற்ற தனித்தியங் குறுப்புகள் (Free radicals) தேவை. தனித்தியங்குறுப்புகளைக் கொண்ட, வினையைத் துவக்கவல்ல, சேர்மமான R—R′ உடைந்து தனித்தியங்குறுப்புகளான R & R′ கிடைக்கும். இவ்வுறுப்புகள் ஒருபடியுடன் கீழே காட்டியபடி சங்கிலித் தொடர் வினைபுரிந்து, கடைசியில் பலபடியைத் தருகிறது.

$$R + H_2C = CHCl \xrightarrow{} R{-}CH_2{-}CHCl \xrightarrow{\text{வினைல் க்ளோரைடு}}$$

$$R - CH_2 - CHCl - CH_2 - CHCl \ldots$$

மேலே காணப்படும் சங்கிலித் தொடர் வளர்ந்து கொண்டே சென்று, மற்றொரு தனித்தியங்குறுப்பைக் கண்டபின், அவற்றுடன் இணைந்து முடிவடையும். குறிப்பாக கார்பன் டெட்ராக்ளோரைடு சங்கிலித் தொடரைத் தடுத்து நிறுத்து மாற்றல் கொண்ட சேர்மமாகும்.

வினைல் க்ளோரைடைப் பலபடியாக மாற்றப் பொதுவாக
(1) கலங்கல் பலபடியாக்கல் (Suspension polymerisation)
(2) பால்மம் பலபடியாக்கல் (Emulsion polymerisation)
(3) மொத்தப் பலபடியாக்கல் (Bulk polymerisation)
(4) கரைசல் பலபடியாக்கல் (Solution polymerisation)
என்ற நான்கு முறைகள் இருப்பினும், முதல் இரண்டு முறைகளில் கிடைக்கும் பலபடிதான் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக, பலபடியாக்கல் வினையில் வெப்பம் வெளிப்படுவதால், தகுந்த முறையில் வெப்பத்தைக் கடத்தாவிடில், கிடைக்கும் பலபடியின் தன்மைகளில் மாறுதல்கள் காணப்படும். பலபடியாக்கல் வினையைத் துவக்க, தேவையான துவக்கியையும் ஒருபடியுடன் சேர்க்க வேண்டும். இவை இரண்டும் எல்லா வகை பலபடி யாக்கல் முறையிலும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய அம்சங்களாகும்.

கலங்கல் பலபடியாக்கல்

இம் முறையில்தான் உலகில் பெருமளவுக்குப் பல்வினைல் க்ளோரைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. வினைல் க்ளோரைடை நீரில் கலக்கினுல் கலங்கல் (suspension) கிடைக்கும். இதை நிலைக்கச் செய்யப் பல்வினைல் ஆல்கஹால், ஜெலட்டின் (Gelatin) போன்ற

சேர்மங்கள் தேவை. [நீரில் சிறிதளவு களிமண்ணைச் சேர்த்துக் கலக்கி, இக் கலங்கலை, சற்றுநேரம் வைத்திருந்தால், களிமண் படிய, நீர் தெளிகிறது. ஏனெனில், இக் கலங்கல் நிலையான தல்ல. இதை நிலைக்கச் செய்ய நிலைநிறுத்திகள் தேவை] நீரில் கரையாத ஆனால், வினைல் க்ளோரைடில் கரையவல்ல பென்சாயில் பெர்ஆக்ஸைடு (Benzoyl peroxide) அல்லது லாரைல் பெர்ஆக்ஸைடு (Lauroyl peroxide) போன்ற, தனித் தியங்குறுப்புகளைத் தரவல்ல சேர்மங்கள் பலபடியாக்கலைத் துவக்குகின்றன. இவ் வினையின்போது வெளிப்படும் வெப்பம் நீரால் உறிஞ்சப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வினைல் க்ளோரைடு துளியிலும் பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்வதால், கலங்கலில் வினைல் க்ளோரைடு நுண்துளிச் சிதறலைப் பெற நன்கு, ஆனால் சீராகக் கலக்க வேண்டும். ஏனெனில், பலபடியின் தன்மை இதனைப் பொறுத்தும் மாறும். இம் முறையில் 12 முதல் 24 மணி நேரம் வரைப் பலபடியாக்கல் வினை தொடரப்பட்ட பின், பலபடிச் சேற்றிலிருந்து வினைல் க்ளோரைடை (வினைவிரியாத) பிரித்தெடுத்து பின்பு பல்வினைல் க்ளோரைடை உலர்த்த வேண்டும்.

பால்மம் பலபடியாக்கல்

முதலில் ஒருபடியை நீரில் கலந்து, கொழுப்பு அமிலம் (fatty acid) அல்லது எதிர்அயனி சோப் (Cationic soap) போன்ற பால்ம மாக்கியின் துணையுடன் பால்மமாக மாற்ற வேண்டும். கார்பாக்ஸி மெதில் செல்லுலோஸ் (Carboxy methyl cellulose) போன்ற காப்புத் திறன்மிக்க கூழையும் சேர்த்து, நீரில் கரையவல்ல பொட்டாஸியம் அல்லது அம்மோனியம் பெர்சல்பேட், ஹைட்ரஜன் பெர்ஆக்ஸைடு போன்ற துவக்கி களின் உதவியால் பலபடியாக்கல் வினை துவக்கப்படுகிறது. கலங்கல் பலபடியாக்கல் போலவே, இம் முறையிலும் பிரிகை ஊடகமான நீர் வினையின் வெப்பத்தை உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. பலபடியாக்கல் வினை முற்றுப்பெற்றபின் பால்மத்தை உடைக் காமல் தெளித்து உலர்த்தலாம், அல்லது மின்பகுப் பொருளைப் பால்மத்தில் சேர்த்து, பலபடியை வீழ்படிவாகப் பெற்று வடிகட்டி, பின்பு நன்கு உலர்த்தலாம்.

மொத்தப் பலபடியாக்கல்

இம் முறையில் வினைல் க்ளோரைடை வாயுநிலையில் அல்லது நீர்மநிலையில் பலபடியாக மாற்றலாம். இம் முறை பெரிதும் ஆதரிக்கப்படவில்லை. ஏனெனில், (1) மற்ற முறை

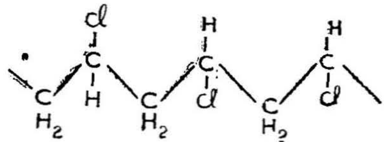
களைவிட இம் முறையில் கிட்டும் பலபடியின் சராசரி மூலக்கூறு எடை மிகத் தாழ்வாகக் காணப்படுகிறது. ஏனெனில், இவ் வினையின்போது கிட்டும் பலபடி, ஒருபடியில் கரையாததால், உற்பத்தியானவுடனே வீழ்படிவாகப் படிகின்றன. (2) படியாக்கலின் போது வெளிப்படும் வெப்பத்தைச் சரிவரக் கடத்த முடியாது.

கரைசல் பலபடியாக்கல்

ஒருபடியை, இம் முறையில், தகுந்த நீர்மத்தில் கரைத்துப் பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது. மேலே குறிப்பிட்ட மொத்த பலபடியாக்கல் முறையில் வினையின்போது அசட்டோன் சேர்க்கக் கிடைக்கும் பலபடி மிகஉயர்ந்த மூலக்கூறு எடையைப் பெற்றிருப்பதால் 'சங்கிலித்தொடரை முறிக்கவல்ல சேர்மத்தை நீர்மத்துடன் கலக்க வேண்டும். பலபடியிலிருந்து நீர்மத்தைப் பிரிப்பது மிகவும் கடினமான செயல். மேலும், ஆபத்தும் மிகுந்தது.

அமைப்பு

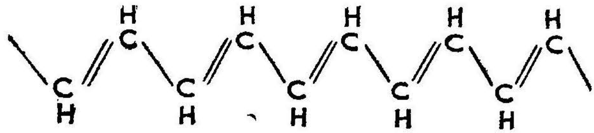
பல்எதிலீன், பல்ப்ரொப்பிலீனைப் போலன்றி, பல்வினைல் க்ளோரைடு படிகத் தன்மையற்ற பலபடியாகும். இதன் அடிப்படை அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



இப் பலபடியில் உள்ள பருமன் மிக்க க்ளோரின் தொகுதிகளை பலபடிச் சங்கிலியின் இருபுறங்களிலும் காணலாம். பலபடியில் தலை–வால் இணைப்பைப் படத்தில் காணலாம். [ஒருபடியில் காணப்படும் CH_2 தொகுதி தலைப்பகுதி, CHCl தொகுதி வால்பகுதி எனக் கொள்ளலாம்.] இப் பலபடியில் காணப்படும் க்ளோரின் தொகுதிகள் முனைவுத்திறன் கொண்டவைகளாதலால் இம் மூலக்கூறுகளின் பிணைவாற்றல் (cohesive force) உயர்வாகக் காணப்படுகிறது. இப் பலபடியின் இருமுனை திருப்புத்திறன் (Dipole moment) கணிசமான அளவில் உள்ளது.

80°C-க்கு மேல் சூடேற்றப்பட்ட பல்வினைல் க்ளோரைடின் அமைப்பிலும், நிறத்திலும் மாறுதல்கள் தென்படுகின்றன. உயர் வெப்பத்தில் இதன் நிறம் வெளிர் மஞ்சளிலிருந்து, கடும் மஞ்சளாக மாறிப் பின்பு பழுப்புநிறம் வழியே கறுப்பாக

மாறுகிறது. இம் மாற்றத்தின்போது ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்பட்டு அதன் விளைவாகப் பலபடி இரட்டைப் பிணைப்புகள் கொண்ட மூலக்கூருக மாறுகிறது.



அதாவது பல்வினைல் க்ளோரைடு உயர் வெப்பநிலையில் நிலைப்புத்தன்மையை இழந்து, இச் சிதைவு இரும்பு, துத்தநாகம் போன்ற உலோகத்தின்முன் தீவிரமடைகிறது. எனவேதான் பல்வினைல் க்ளோரைடு தயாரிப்பில் இவை போன்ற உலோகங்களின் பயன் தவிர்க்கப்படுகின்றன.

செயல் முறை

பல்எதிலீன், நைலான் போன்ற வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளைப் போலன்றி, பல்வினைல் க்ளோரைடைச் செயல் முறையாக்க, முதலில் மென்மையூட்டிகள் போன்ற கலவைப் பொருள்கள் கலக்க வேண்டும்.

காரணங்கள் : (1) வெப்பத்தில் உருகிக் கிடைக்கும் பலபடி நீர்மத்தில் பாகுத் தன்மை மிக உயர்வாகக் காணப்படுவதால் செயல்முறையில் சொல்லொணுத் தொல்லைகள் உள்ளன. (2) பலபடியின் முனைவாற்றல் கொண்ட க்ளோரின் தொகுதிகள், பலபடிக்கு நொறுங்கும் தன்மையைக் கொடுக்கின்றன. (3) தாழ்வான வெப்ப எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட இப் பலபடி உயர்வெப்பத்திஞல் நிலைப்புத் தன்மையை இழந்து சிதைகிறது. இம் மூன்று குறைகளைக்!களையும் பொருட்டே, மென்மையூட்டிகள் (plasticizer), நிலைநிறுத்திகள் (stabiliser), உயப்பொருள் (lubricant), நிரப்பிகள் (fillers) போன்ற சேர்மங்களைக் கலந்து செயல்முறையாக்கப்படுகிறது.

பல்வினைல் க்ளோரைடில் மென்மை யூட்டிகளின் பங்கு என்ன என்பதை இங்குச் சுருக்கமாக விளக்கிக் கூறுவது சாலப் பொருந்தும். ஏனெனில், 80 சதவீதத்திற்கும் அதிகமான அளவு மென்மை யூட்டிகள் PVC-ல் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

முனைவுத்திறன் கொண்ட க்ளோரின் தொகுதிகளின் விளைவாக, பல்வினைல் க்ளோரைடு மூலக்கூறுகளுக்கிடையில்

நிலவும் ஈர்ப்பாற்றலைக் குறைத்து, மென்மையூட்டிகள் பலபடியின் செயல்முறையை எளிதாக்குகின்றன. பலபடிக்கு நெகிழ்வுத் தன்மை கொடுக்க, மென்மையூட்டிகளின் தன்மைகள் எவ்வாறு இருத்தல் அவசியம் என்பதைக் 'கலவைப் பொருள்கள்' என்ற அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் காணலாம். ட்ரை க்ரெஸில் பாஸ்பேட் (Tri cresyl phosphate), டை ஆக்டைல் தாலேட் (Di octyl phthalate) போன்ற நீர்மங்கள் பல்வினைல் க்ளோரைடை மென்மையூட்டுகின்றன. PVC-ல் பயன்படுத்தப் படும் நிரப்பிகள் பொதுவாக வெள்ளை (whiting), வெள்ளைக் களிமண் (China clay) போன்றவைகளாகும். இக் கலவைப் பொருள்களில் இடம்பெறும் மற்ற இரண்டு சேர்மங்கள்: (1) உயப் பொருளான கால்சியம் ஸ்டியரேட் (Calcium Stearate), (2) நிலைநிறுத்தியான காரக் காரீய கார்பனேட் (basic Lead Carbonate).

தன்மையில் வேறுபட்ட இரண்டு PVC பிளாஸ்டிக்கின் கலவை வீதம் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 10

(PVC பிளாஸ்டிக்கின் கலவை வீதம்)

	பங்கு
PVC	100
ட்ரைக்ரெசில் பாஸ்பேட்	40 (மென்மையூட்டி)
வெள்ளை	60 (நிரப்பி)
நிறமி	தேவையான அளவு
கால்சியம் ஸ்டியரேட்	1 (மசகு)
காரக்காரீய கார்பனேட்	1 (நிலைநிறுத்தி)

அட்டவணை 11

(PVC பிளாஸ்டிக்கின் கலவை விதம்)

	பங்கு
பல்வினைல் க்ளோரைடு	100
டைப்யூட்டில் தாலேட்	60 (மென்மையூட்டி)
க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட மெழுகு	8 (இளக்கி)
டைடேனியம் டை ஆக்சைடு	0·5 (நிறம் அல்லது ஒளிகசியும் தன்மையைத் தர)
நிறமி	தேவையான அளவு
காரக்காரியக் கார்பனேட்	1 (நிலைநிறுத்தி)

அட்டவணை 10-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள சேர்மக் கலவை கொண்ட பலபடி வார்த்தலுக்குகந்தது. அட்டவணை 11-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கலவை விகிதம் கொண்ட PVC, அதன் ரப்பரை ஒத்த தன்மைகளின் விளைவாக, பிழிந்து வார்த்தலுக்கும், பீச்சி வார்த்தலுக்கும் பயன்படுகிறது.

பல தரப்பட்ட சேர்மங்களைக் கலந்தபின், சமச்சீரான கலவையாக மாற்ற மூன்று வழிகள் நடைமுறையில் உள்ளன.

முதல்முறையில், திடப் பொருள்களான பிசின், மசகு (உயப்பொருள்) நிலைநிறுத்தி போன்றவற்றை நன்றாகக் கலந்து மாவாக அறைத்தபின், மென்மையூட்டியைக் கலக்க வேண்டும். இக் குழம்பில் (dispersion) மென்மையூட்டி பிரிகை ஊடகமாகவும், திடப்பொருள்கள் பிரிகை நிலைப் பொருளாகவும் திகழ்கின்றன. இக் குழம்பை, உரிய முறையில் சமச்சீருள்ள களி (gel) யாக மாற்றி, பின்பு தகடுகளாக வார்த்து, குளிர்ந்த பின்பு துண்டுபோட வேண்டும். இத் துண்டுகளிலிருந்து உரிய செயல்முறைகள் மூலம் தேவையான பொருள்களைப் பெறலாம்.

இரண்டாவது முறையில் திடப் பொருள்கள் கலவையில், மென்மையூட்டிகள், இளக்கிகள் போன்ற நீர்மங்களைத் தெளித்து,

பிறகு 100°C வெப்பநிலையில் 5 நிமிடநேரம் வைத்திருந்து குளிரச் செய்யவேண்டும். கட்டிகளை நீக்கிவிட்டுத் தூளைச் செயல்முறைக்குப் பயன்படுத்தவேண்டும்.

மூன்றாவது முறையில் பல்வினைல் க்ளோரைடைப் பசையாக மாற்றிச் செயல்முறையாக்கப்படுகிறது.

பல்வினைல் க்ளோரைடுக்குகந்த செயல்முறைகளில் காலண்டரிங் (Calendering) முறை முதலிடம் வகிக்கிறது. இம் முறையில் PVC தகடுகள் (sheets), படலங்கள், பூசப்பட்ட துணிகள், தரை ஓடுகள் தயாரிக்கலாம். இரண்டாவது இடத்தைப்பெறும் பிழிந்து வார்த்தல் மூலம் குழாய்கள், தடிகள் (rods), கம்பி களுக்கு மேலுறைகள் போன்றன தயாரிக்கலாம். வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்கு உரித்தான அழுத்தவார்த்தல் (Compression moulding) முறையும் PVCஐச் செயல்முறையாக்கப் பயன்படுகிறது. இம் முறையைப் பின்பற்றியே கிராமபோன் ரிக்கார்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பீச்சி வார்த்தல் முறையில் (Injection moulding) மென்மை யூட்டப்பட்ட பல்வினைல் க்ளோரைடிலிருந்து தரமுள்ள வார்ப்புகளைப் பெற 150°—170°C வெப்பநிலை போதும். ஆனால், மென்மையூட்டப்படாத PVCயை 190°C வரை சூடேற்ற வேண்டும். இவ் வெப்பநிலையில் உருகிய பிசினை அதிக நேரம் வைத்திருப்பது உசிதமல்ல. ஏனெனில், இவ் வெப்பநிலையில் PVC சிதைய ஆரம்பித்து விடுகிறது. உருகிய PVC-ன் உயர்ந்த பாகுத்தன்மை காரணமாக, மற்ற தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளைச் செயல்முறை யாக்கத் தேவையான அழுத்தத்தைவிட இதற்கு உயர்வழுத்தம் தேவை.

இயல்புகளும், பண்புகளும்

முனைவுள்ள க்ளோரின் தொகுதிகளின் விளைவாக PVC நீர், பெட்ரோல் போன்ற கனிம எண்ணெய் இவற்றில் கெடுவதில்லை. ஆனால், முனைவுத்திறன் கொண்ட நீர்மங்களான க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன், அல்லது அசட்டோன் போன்றவற்றில் கரையும். காரம், அமிலம், ஆக்ஸிஜன் ஏற்றி போன்ற சேர்மங்களில் கெடாது. பரிமாண நிலைப்புத்தன்மை PVC-ன் சிறப்பியல்பு. எனவே, வேதியியற் வினைத்திறன் கொண்ட பொருள்கள் தயாரிக்க PVC பொருள்கள் பேருதவி புரிகின்றன.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஓர் உலோகத் தகட்டைப் பெட்டியாகச் செய்ய, முதலில் அத் தகட்டைப் பெட்டி வடிவத்தில் வளைத்துக்

கொண்டு பிறகு இருமுனைகளையும் நன்கு இணைக்கவேண்டும். அதாவது, பற்றவைக்க (weld) வேண்டும். உலோகத்தைப் போன்று, PVC தகட்டைச் சூடேற்றித் தேவையான வடிவத்தில் வளைத்து, குளிரச் செய்து, இருமுனைகளையும் பற்றவைப்பு மூலம் இணைக்கலாம்.

நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் ரப்பர் நாடாவின் (Rubber belt) உபயோகத்தைப் பற்றி விளக்கிக் கூறவேண்டிய அவசியம் இல்லை. ரப்பர் எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும். எனவே, அபாயகரமான ரப்பர் நாடாக்களுக்குப் பதில் எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளாத PVC நாடாக்கள் சுரங்கங்களில் காணப்படுகின்றன. க்ளோரின் தொகுதிகள் PVC-க்கு எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளாத தன்மையைக் கொடுக்கின்றன.

LP (Long play) ரிக்கார்டுகள் என்று வழங்கப்படும் நீண்ட நேரம் ஓடவல்ல கிராமபோன் ரிக்கார்டுகள் வினைல் க்ளோரைடு, வினைல் அசடேட் இணைப் பலபடியிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. வெப்பத்தில் எளிதில் வார்க்கவல்ல இவ் வினைப்பலபடி அறை வெப்பநிலையில் சிறந்த ஒலித் தன்மையும் (acoustical properties), இயந்திர இயல்புகளையும் பெற்றுள்ளது. மேலும், இதன் உயரிய பரிமாண நிலைப்புத் தன்மை காரணமாகவேதான், ஓர் அங்குல தூரத்தில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட கோடுகள் வரைய முடிகின்றது.

PVC தகடுகளுக்கு மேல் உருவங்களையும், எழுத்துகளையும் எளிதில் அச்சுப் பதிக்கலாம். தகுந்த நிறமிகளின் உதவியால் கண்ணைக் கவரும் வண்ணங்களில் PVCஐப் பெறலாம். எனவேதான் PVC பெட்டிகளில் பௌடர், ஷாம்பூ போன்ற பொருள்கள் நிரப்பப்பட்டு விற்பனை செய்யப்படுகிறது. PVC பூசப்பட்ட துணிகள் திரைச்சீலைகளாகப் பயன்படுகின்றது. டெலிபோன் கம்பிகளுக்கும், வீட்டு மின்சாரக் கம்பிகளுக்கும் மின் காப்பானகப் பணிபுரியும் PVC மேலுறைகள், தொலைக்காட்சிக் கருவி, ரேடியோ சாதன தயாரிப்பில் உதவாது. PVC-ல் காணப்படும் முனைவுள்ள க்ளோரின் தொகுதியின் விளைவாக உயர்ந்த அதிர்வெண் கொண்ட மின்னோட்டத்தில், ஆற்றல் இழப்பு அதிகமாக உள்ளது. எனவே, டெலிவிஷன் ரேடியோ சாதனத் தயாரிப்பில் பல்ஸ்டைரீன், பல்எதிலீன் பயனாகின்றன.

பல்வினைல் அசடேட் (Polyvinyl acetate)

வினைல் அசடேட்டிலிருந்து கிடைக்கும் இப் பலபடியைத் தனியே பயன்படுத்துவதில்லை. வினைல் க்ளோரைடுடன்

கிடைக்கும் இதன் இணைப்பலபடிக்கு மிகுந்த வரவேற்பு உள்ளது. கிராமபோன் ரிக்கார்டுகள் தயாரிக்க இவ்வினைப் பலபடியின் உபயோகத்தைப்பற்றி முன்னமே கூறப்பட்டுள்ளது.

வினைல் க்ளோரைடு—வினைல் அசடேட் இணைப்பலபடிகள்

வினைல் அசடேட் நீர்மத்தில் வினைல் க்ளோரைடு வாயுவைக் கரைத்துப் பென்சாயில் பெர் ஆக்ஸைடு வேகமாற்றியைக் கொண்டு பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது. இணைப்பலபடி

$$-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle AC}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\cdots$$

(AC: அசட்டேட் தொகுதி)

சங்கிலியில் காணும் வெவ்வேறு பருமன் கொண்ட க்ளோரின், அசடேட் தொகுதிகள் காரணமாக, சங்கிலிகளின் நெருக்கமான அமைப்புக்குக் குந்தகம் ஏற்பட்டு, மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் காணும் ஈர்ப்பாற்றல் தாழ்ந்து PVCயைவிட உயர்ந்த நெகிழ்வுத் தன்மை பெற்றுள்ளது. எனவே, இவ் விணைப்பலபடிகளை மென்மையூட்டிகளின்றி எளிதில் வார்க்கலாம். இதன் பொருட்டு, இவ்விணைப்பலபடியை "தன்னுள்ளேயே அல்லது தனக்குத் தானே" மென்மையூட்டப்பட்ட (internally plasticised) பலபடி என்று வழங்குகிறோம்.

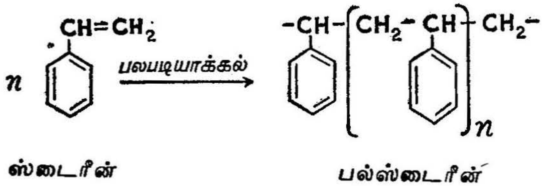
வினைல் க்ளோரைடு இணைப்பலபடிகளிலிருந்து பால்மம் பெயிண்டுகள் (emulsion paints) தயாரிக்கப்படுகின்றன.

13. பல்ஸ்டைரீன்

(POLYSTYRENE)

இன்றைய நாகரிகத்தின் அடையாளமாகத்திகழும் பொருள்களில் வானொலிப் பெட்டியும் ஒன்றாகும். கிராமங்களிலும், நகரங்களிலும் பொருளாதார நிலையில் தாழ்ந்தவர்கள் என்று கருதப்படுவர்களின் கைகளிலும் வானொலிப் பெட்டிகளை நாம் இன்று காணமுடிகிறது. சுமார் இருபது ஆண்டுகளுக்குமுன் தயாரிக்கப்பட்ட பெட்டிகள் பெரும்பாலும் மரத்தாலனவை. ஆனால், இன்று நம்மிடையே உலவும் பல வண்ணங்கள் கொண்ட வானொலிப் பெட்டிகள் பிளாஸ்டிக்கால் ஆனவையே. இவ்வத்தியாயத்தில் நாம் படிக்கப்போகும் பல்ஸ்டைரீன், வானொலிப் பெட்டிகள் தயாரிக்கப் பயன்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகளில் ஒன்றாகும்.

ஸ்டைரீனின் அதாவது வினைல் பென்சீனின் பலபடி பல்ஸ்டைரீன் ஆகும்.



ஸ்டைரீன் பல்ஸ்டைரீன்

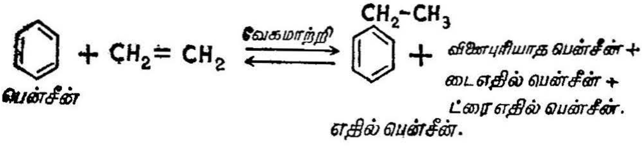
பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் பெர்த்தலாட் (Berthelot) என்ற விஞ்ஞானியால் தொகுப்புமுறையில் தயாரிக்கப்பட்ட ஸ்டைரீனைச் சூடு செய்ததால் அல்லது அறை வெப்பத்தில் வைத்திருந்ததால் இது திடப்பொருளாக மாறியது. இத் திடப் பொருள் ஸ்டைரின் பலபடியே என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்ட

போதிலும், இரண்டாவது உலகப்போர் முடியும்வரை பல்ஸ்டைரீன் சோதனைச் சாலையில் அதிசயப் பொருளாகவே இருந்து வந்தது. இரண்டாவது உலகப்போர் சமயத்தில் ஏற்பட்ட ரப்பரின் பற்றுக்குறையை ஈடுசெய்ய ப்யூட்டாடையீன்-ஸ்டைரீன் நீட்சிநெகிழி (Buta diene - styrene elastomer) கண்டு பிடிக்கப்பட்டு, இதன் தயாரிப்புக்கென ஏராளமான அளவில் ஸ்டைரீன் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. உலகப்போர் முடிந்தபின் இந் நீட்சிநெகிழியின் பயன் குறைந்து விடவே, ஸ்டைரீனின் பலபடியாக்கல் பக்கம் கவனம் திரும்பியது. அதுமுதல் பல்ஸ்டைரீனின் உற்பத்தி படிப்படியாக உயர்ந்து வருகிறது.

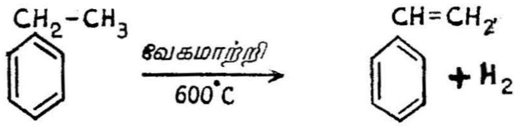
மெஸ்ஸர்ஸ் பாலிக்கெம் லிமிடெட் டினால் (Messers Polychem Ltd.) முதன் முதலில் இந்தியாவில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன் 1950-க்குப் பின்னரே இந்தியாவில் அறிமுகம் பெற்றது.

ஸ்டைரீன் தயாரிப்பு

ஈதைல் பென்சீனிலிருந்து (Ethyl benzene) ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறை நீக்க ஸ்டைரீன் கிடைக்கிறது. திரவநிலை அல்லது வாயுநிலையில் உள்ள பென்சீனை ஆல்கைலேஷன் (alkyl·tion) முறைக்குட்படுத்தி ஈதைல் பென்சீனைப் பெறலாம். அலுமினியம் க்ளோரைடு திரவநிலை வினையை வேகமூட்டுகிறது. அலுமினிய ஆக்ஸைடு-சிலிக்கா வேகமாற்றி வாயுநிலை வினையை ஊக்குவிக்கிறது. இவ் விருமுறைகளிலும் ஈதைல் பென்சீனோடு, டைஎதில் பென்சீன் (Di ethyl benzene), ட்ரைஎதில் பென்சீன் (Tri ethyl benzene) போன்ற உடன் விளைபொருள்களும் கிடைக்கின்றன.



வினைபுரியாத பென்சீன், உடன் விளைபொருள்கள் இவற்றைத் தகுந்த முறையில் பிரித்தெடுத்தபின்பு, ஈதைல் பென்சீனிலிருந்து தகுந்த வேகமாற்றியின் துணைகொண்டு ஸ்டைரீன் கிடைக்கிறது. 600°C வெப்பநிலையிலும், குறைவழுத்தத்திலும் செவ்வனே நடைபெறும் இவ்வினையைப் பொதுவாக இரும்பாக்ஸைடால்



ஈதைல் பென்சீன்
or
எதில் பென்சீன்

ஸ்டைரீன்.

தூண்டப்பட்ட துத்தநாக ஆக்ஸைடு - அலுமினிய ஆக்ஸைடு - கால்சியம் ஆக்ஸைடு கலவையால் வேக மூட்டலாம்.

ஸ்டைரீனின் கொதிநிலையும், ஈதைல் பென்சீன் கொதி நிலையும் அருகருகே இருப்பதையொட்டி இவற்றைப் பிரித் தெடுப்பது மிகவும் கடினம். ஸ்டைரீன் பலபடியாக்கல் வினை மாசுகளால் வேகமடைவதால், மாசற்ற ஸ்டைரீன் தேவை. எனவே, ஈதைல் பென்சீன் ஸ்டைரீனிலிருந்து வெற்றிடத்தில் வடித்துப் (Vacuum distillation) பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது. மேலும், ஸ்டைரீன், டைவினைல் பென்சீன் மாசிலிருந்து முற்றிலும் விடுபட்டு இருக்கவேண்டும். ஏனெனில், நான்கு வினை முனைத்திறன் கொண்ட டைவினைல் பென்சீன் (Di vinyl benzene) இருவினை முனைத்திறன் கொண்ட ஸ்டைரீனின் நீண்ட பலபடி சங்கிலித் தொடரில் குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும். 1% டைவினைல் பென்சீன் பல்ஸ்டைரீனின் கரைதிறனை வெகுவாகப் பாதிக்கிறது. ·003% டைவினைல் பென்சீன் மாசுகூட பலபடியின் தன்மையைக் குறிப்பிடத் தக்கஅளவு மாற்ற வல்லது. பல் ஸ்டைரீனிலிருந்து வெளியேறும்போது, டைவினைல் பென்சீன் பலபடியின் புறத்தோற்றத்தில் மெல்லிய வெடிப்புகளை உண்டாக்கும். இதை ஆங்கிலத்தில் கிரேஸிங் (Crazing) என்று குறிப்பிடுவதுண்டு.

வினைத்திறன் மிக்க ஃபீனைல் தொகுதி, வினைல் தொகுதியுடன் (ஸ்டைரீனின் மறு பெயர் வினைல் பென்சீன்) காணப்படுவதால் தான், ஸ்டைரீன் பலபடியாக்கல் வினை அறை வெப்பநிலையில் நிகழ்கிறது. எனவே, ஸ்டைரீனை அறைவெப்பநிலையில் காக்கும் பொருட்டுக் காப்பான் சேர்மங்கள் அல்லது நிலைநிறுத்திகள் தேவை.

பலபடியின் மூலக்கூறு எடை, தூய்மை இவற்றைப்பொறுத்து பலபடியின் குறிப்பிடத்தக்க தன்மைகளான சீரியமின்னியல்புகள், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன், ஒளிபுகும் தன்மை, இயந்திர

இயல்புகள் போன்றன மாறுபட்டுக் காணப்படும். எனவே பலபடி யாக்கல் முறைக்கேற்றவாறு பல்ஸ்டைரீனின் தன்மைகள் ஓரளவு மாறுபடும்.

பல்ஸ்டைரீன் தயாரிக்க உதவும் நான்குவித பலபடி யாக்கல் முறைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. அவையாவன :

(1) மொத்தப் பலபடியாக்கல் (Bulk Polymerisation)

(2) பால்மம் பலபடியாக்கல் (Emulsion Polymerisation)

(3) கலங்கல் பலபடியாக்கல் (Suspension Polymerisation)

(4) கரைசல் பலபடியாக்கல் (Solution Polymerisation)

பொதுவாக ஸ்டைரீனின் பலபடியாக்கல் வினை அறை வெப்பத்தில் நிகழ்வதால் வேகமாற்றிகள் வேண்டாம். உயர் வெப்பநிலையே போதுமானது. இருப்பினும், சில முறைகளில் வேகமாற்றிகளும் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. பலபடியாக்கல் வினை வெப்பத்தைக் கக்குவதால், வினையும் பலபடியிலிருந்து வெப்பத்தைக் கடத்தவேண்டும். இல்லையென்றால், பலபடி பொருண்மை முழுவதும் சீரான வெப்பநிலையில் இல்லாமல், அதன் வெப்பநிலை ஒருபகுதியில் உயர்ந்தும் மற்றொரு பகுதியில் தாழ்ந்தும் காணப்படும். இதன் விளைவாகப் பலபடியின் சராசரி மூலக்கூறு எடை தாழ்ந்து, பல்ஸ்டைரீனின் தன்மைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

மொத்தப் பலபடியாக்கல்

பந்திமுறை (Batch process), தொடர்ச்சி முறை (Continuous process) என்ற இரண்டு வழிகளில் மொத்தப் பலபடியாக்கல் நடைபெறும் பலபடியாக்கல் வினையின்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தைப் பந்திமுறையில் சரிவரக் கடத்த முடியாது. எனவே, இம் முறையில் கிடைக்கும் பலபடி குறைந்த சராசரி மூலக்கூறு எடையை உடையது. மேலும், இம் முறையில் வினைபுரியாத ஸ்டைரீனை வெளியேற்றுவதும் எளிதான செயல் அல்ல.

இதன் விளைவாக அறிமுகம் பெற்ற தொடர்ச்சி முறையில், தொடக்கத்தில் முப்பது சதவீதம் வரை பலபடியாக்கல் செய்யப் பட்ட பலபடி - ஒருபடி கலவையை எடுத்துக்கொண்டு கோபுரத்தின் (Tower) வழியே செலுத்த வேண்டும். கோபுரத்தின் வெப்பநிலை 100°C-யிலிருந்து 200°C வரை அடியிலிருந்து படிப்படி

யாக உயர்ந்து காணப்படுகிறது. இதன்வழியே செல்லும் போது பலபடியாக்கல் வினை முற்றுப்பெறுகிறது. பின்பு கோபுரத்தின் அடிப்பாகத்திலிருந்து பலபடி நீர்மத்தை வெளியேற்றிப் பிழிந்து வார்த்து குளிரச்செய்து, உடைத்து, பலபடித்துண்டுகளைப் பெறலாம். உயர்வெப்பத்தில் நிகழும் இவ்வினைக்கு வேக மாற்றிச் சேர்மங்கள் தேவை இல்லை. எனவே, தூய்மை மிக்க பலபடி கிடைக்கிறது. விளைவாக இதன் ஒளிபுகு இயல்பு தலைசிறந்தும், மின்னியல்பு மேம்பட்டும் உள்ளன.

பால்மம் பலபடியாக்கல்

சோடியம் ஒலியேட் (Sodium oleate) போன்ற பால்மமாக்கியைப் பயன்படுத்தி, ஸ்டைரீனை நீரில் கலந்து பால்மம் தயாரித்து, நீரில் கரையவல்ல வேகமாற்றியின் உதவியால் பால்மம் படியாக்கல் நடைபெறுகிறது. பால்மத்தில் காணப்படும் அதிகமான புறப்பரப்பு (Surface area) காரணமாக, பலபடியாக்கல் வினையின்போது வெளிப்படும் வெப்பம் எளிதில் கடத்தப்பட்டு, பலபடியாக்கல் வெகுவிரைவில் நடைபெறுவதால், பலபடியின் மூலக்கூறு எடை மிகவும் உயர்ந்து காணப்படுகிறது. வினைமுற்றுப் பெற்றபின் வீழ்படிவாகப் படியச் செய்த பலபடியில் காணும் பால்மமாக்கி மாசுவின் அளவைக் குறைக்கப் பலபடியைக் கழுவ வேண்டும். இருப்பினும், இத்தகைய சுத்தம் செய்யும் முறையில் பூரண வெற்றி கிட்டாததால் பலபடியின் ஒளிபுகு தன்மை பாதிக்கப்படுகிறது. இம் முறையில் கிட்டும் பலபடியின் உயர் மூலக்கூறு எடை காரணமாக உயர்ந்த தாக்கு வலுகொண்ட பொருள்கள் தயாரிக்க உதவும்.

கலங்கல் பலபடியாக்கல்

கலங்கலை நிலைக்கச் செய்யும் சேர்மத்தின் உதவியுடன், முதலில் ஸ்டைரீனை நீரில் கலந்து கலங்கலாகப் பெறவேண்டும். நீரில் கரையாத ஆனால், ஸ்டைரீனில் மட்டும் கரையவல்ல பென்சாயில் பெர் ஆக்ஸைடு (Benzoyl peroxide) போன்ற வேகமாற்றியின் துணையுடன் பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்கிறது. வினையின்போது கலங்கலை நன்கு கலக்கவேண்டும். இதன் விளைவாக நன்கு சிதறிய ஒவ்வொரு ஸ்டைரீன் நுண்துளியிலும் பலபடியாக்கல் நிகழ, அவ்வமயம் தோன்றும் வெப்பத்தை நுண்துளிகளைச் சுற்றி காணப்படும் நீர் உறிஞ்சி விடுகிறது. எனவே, இம் முறை அடிப்படையில் மொத்தப் பலபடியாக்கலை ஒத்ததாகும்.

கரைசல் பலபடியாக்கல்

பென்சீன், சைக்லோ ஹெக்ஸனேன் போன்ற வினைத் திறனற்ற நீர்மங்களில் ஸ்டைரீனை கரைத்துப் பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது. இம் முறை பெருமளவில் ஆதரிக்கப் படவில்லை. ஏனெனில்,

(1) வினை நிகழும்போது, பலபடியின் அளவு அதிகரிக்க, நீர்மத்தின் பாகுத்தன்மை கூடுவதால், இக் கலவையைச் சீராக கலக்க இயலாது.

(2) பலபடியாக்கல் வினை கக்கும் வெப்பத்தைச் சரிவரக் கடத்த முடியாது.

(3) பலபடியிலிருந்து நீர்மத்தைப் பிரித்தெடுப்பது எளிதான செயல் அல்ல.

எனவே, இம் முறையில் பலபடியை நீர்மத்திலிருந்து பிரிக்காமல், அப்படியே மேல்பூச்சு நீர்மமாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

மேற்கூறிய முறைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன் உயர்ந்த மின்னியல்புகள், ஒளிபுகும் தன்மை போன்றவற்றைப் பெற்றிருப்பினும், தாழ்ந்த தாக்குவலுவை யுடையது. எனவே, பலபடியின் தாக்குவலுவை உயர்த்த, பலபடியுடன் ரப்பர் தன்மை கொண்ட பொருள்களைக் கலந்து வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன் (Toughened polystyrene) தயாரிக்கப்படுகிறது.

பல்ஸ்டைரீனை ரப்பரை யொத்த தன்மைகள் கொண்ட பொருள்களுடன் சேர்த்து, இரு உருளைகள் வழியே செலுத்தி அல்லது கலக்கி (mixer) களில் கலக்கி வலுவூட்டலாம். இக் கலவை ஓர் இயந்தரக் கலவையாகும்.

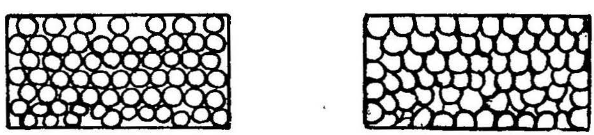
வேதியியற் பிணைப்புகள் மூலம் பல்ஸ்டைரீனை வலுவூட்ட வல்ல மற்றொரு முறையில், ரப்பரை ஸ்டைரீனில் கரைத்து, இக் கரைசலைப் பின்பு நீரில் கலந்து, கலங்கலை நிலைக்கச் செய்தபின் வெப்ப மூட்ட, பலபடியாக்கல்வினை நிகழ்கிறது. பல்ஸ்டைரீனை வலுவூக்கச் சேர்க்கப்படும் ரப்பர் பலபடியின் இணக்கம் கொண்டு ஒட்டிக் கொள்ளவேண்டும். இதன் பொருட்டு, ரப்பரிலும், பல்ஸ்டைரீனிலும் ஒரேவித மூலக்கூறுகள் இருத்தல் அவசியம். இதன் காரணமாக ப்யூட்டாடையீன்—ஸ்டைரீன்

ரப்பர் (நீட்சி நெகிழி) உயர்வான வலுவூட்டம் தருகிறது. ப்யூட்டாடையீன் — ஸ்டைரீன் ரப்பரிலும், பல்ஸ்டைரீனிலும் உள்ள, இரண்டுக்கும் பொதுவான ஸ்டைரீன் மூலக்கூறுதான், ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ள உதவுகிறது.

விரிவடைந்த பல்ஸ்டைரீன்

இலேசாக உள்ள விரிவடைந்த அல்லது நுரை பல்ஸ்டைரீன் வெப்ப காப்பீடுகளாகவும், பொருள்களைக் கட்டியனுப்பும் தொழிலிலும் (packaging) மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

பலபடியாக மாறும் ஸ்டைரீனில் பென்டேன் (Pentane) வாயுவைச் செலுத்தி முதலில் விரிவடையவல்ல பல்ஸ்டைரீன் முத்துக்களைத் (Beads) தயாரிக்கவேண்டும். இம் முத்துக்களைப் பின்பு நீராவியில் சூடேற்ற, இவை பதமாகின்றன அல்லது இளகுகின்றன. மேலும், ஒவ்வொரு முத்துவின் உள்ளே உள்ள வாயுவின் அழுத்தம் அதிகரிக்க, முத்துக்கள் விரிவடைகின்றன. பின்பு முத்துக்களைக் குளிரச் செய்தால், உள்அழுத்தம் குறைந்து இவற்றில் பகுதி வெற்றிடம் (partial vacuum) ஏற்படுகிறது. இந்நிலையில் முத்துக்கள் எளிதில் நொறுங்கி விடும். இத் தன்மையைக் குறைக்க, முத்துக்களைக் காற்றோட்டத்தில் வைத்திருக்க, காற்று உட்புகுந்து சமநிலையை ஏற்படுத்துகிறது. பிறகு இம் முத்துக்களை வார்ப்பச்சில் சூடேற்ற, முத்துக்குள் உள்ள காற்றும், பென்டேன் வாயுவும் விரிவடைகின்றன. வார்ப்பச்சின் குறித்த கனஅளவு அல்லது பருமன் (volume) காரணமாக விரிவடையும் முத்துக்கள் முடிவில் உரு இழந்து ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்டி, சீரான ஆனால் கணக்கற்ற நுண்ணிய செல் அமைப்பு கொண்ட பொருண்மையாக மாறுகின்றன.



படம் 9.
விரிவடைந்த பல்ஸ்டைரீன்

தன்மைகளும், பயன்களும்

இவ் வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டபடி, பல்ஸ்டைரீன் குறுக்குப் பிணைப்பற்ற சங்கிலித் தொடர்

பலபடியாகும். பலபடியாக்கல் முடிவடைந்த பின், ஸ்டைரீனின் இருபடி (Dimer), மூன்றுபடி (Trimer), நான்குபடி (Tebiamer) போன்ற சேர்மங்களும் வினைபுரியாத ஸ்டைரீனும் பலபடியில் கலந்திருக்கும். இதன் விளைவாக பல்ஸ்டைரீனில் ஒளிபுகு மியல்பு, உருகுநிலை (fusion point), மின்னியல்புகள் பாதிக்கப் படுவதால் இத்தகைய மாசுகளை வெளியேற்றுவது அவசியம். ஆனால், ஸ்டைரீனை முற்றிலும் நீக்க இயலாது. ஏனெனில், எல்லா வெப்பநிலையிலும் பல்ஸ்டைரீன்—ஸ்டைரீன் சமநிலை (Equilibrium) காணப்படுவதால், ஸ்டைரீன் மாசுவை அகற்ற, பல்ஸ்டைரீன் ஒருபடியாக மாறிச் சமநிலையை அடைகிறது. இம் மாற்றம் 300°C-க்கு மேல் விரைவாக நடைபெறுகிறது. இவ் வெப்பநிலையில் ஸ்டைரீனில் சிதைவு ஏற்பட்டு, குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட சேர்மங்கள் உண்டாவதால், பலபடியின் நிறமேற்புத் தன்மை, மின்னியல்புகள் போன்றவை பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

பயன்களைப் பொறுத்தமட்டில் நான்கு வகை பல்ஸ்டைரீன்கள் உள்ளன. அவையாவன:

(1) பொதுப்பயன் பல்ஸ்டைரீன் (General purpose Poly styrene).

(2) விரைவில் செயல் முறையாக்க வல்ல பல்ஸ்டைரீன் (Easy processing Polystyrene).

(3) வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பல்ஸ்டைரீன் (Heat resistant Polystyrene)

(4) வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன் (Toughened Polystrene).

இவற்றில் நான்காவது வகையைத் தவிர, மற்ற மூன்று வகை பல்ஸ்டைரீன்களும் அதன் சராசரி மூலக்கூறு எடை, சேர்க்கப்படும் உயப் பொருள்களின் (மசகு) அளவு இவற்றில் தான் ஓரளவு மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. உயப் பொருள் பலபடியின் ஓடும் தன்மையை (flow property) அதிகரித்து, பலபடியின் நொறுங்கும் தன்மையைக் குறைத்து, இறுகும் நேரத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

பலபடியின் இறுகும் நேரத்தைக் குறைத்து அல்லது ஓடும் தன்மையை அதிகரித்து விரைவில் செயல் முறையாக்கவல்ல பல்ஸ்டைரீனைப் பெறலாம். விரைவில் இறுகும் தன்மைகொண்ட

பிசினில் மசகு சராசரி மூலக்கூறு எடை குறைவாகக் கொண்ட பலபடிகள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. தாழ்ந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட பலபடிகள் தோற்றுவிக்கும் நொறுங்கு தன்மையை, மசகு (lubricant) சரிக்கட்டி விடுகிறது.

பொதுப்பயன் பல்ஸ்டைரீனைவிட சராசரி மூலக்கூறு எடை உயர்வாகப் பெற்ற பலபடிகள் வெப்பத்தை தாங்கவல்லன. இதன் உயர் மூலக்கூறு எடை காரணமாகத் தாழ்ந்த ஓடும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. இதன் காரணமாக இப் பலபடி வார்ப்புகளில் காணும் தகைவை (Stress) தக்க வழியில் நீக்கவேண்டும்.

பொதுவாக ஒட்டும் பிசின்களாகப் பயன்படும் பலபடியின் மூலக்கூறு எடை 10,000முதல் 60,000 வரையும், வார்த்தலுக்கும் பிழிந்து வார்த்தலுக்கும் பயன்படும் பல்ஸ்டைரீனில் மூலக்கூறு எடை 75,000முதல், 175,000 வரையும் உள்ளன.

பல்ஒலிஃபீன்களைப்போன்று பல்ஸ்டைரீன் முனைவற்ற ஹைட்ரோகார்பன். எனவே, இதில் மின்னிழப்பு மிகமிகக்குறைவு. மிகத் தாழ்ந்த மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலி எண்ணுடையது இப் பலபடி. எனவே உயர்வெப்பத்திலும், உயர் அதிர்வெண் (high frequency), மின்னேட்டத்திலும் கெடாத இப் பலபடி வானொலிப் பெட்டிகள் தயாரிப்பிலும், டெலிவிஷன் பெட்டிகள் தயாரிப்பிலும் பங்கு பெறுகிறது. பல்ஸ்டைரீனின் வண்ண மேற்புத்தன்மை, இத் துறையில், இதன் சிறப்பை மேம் படுத்துகிறது. குறிப்பாக வானொலிப்பெட்டிகள் தயாரிக்க, பொதுப்பயன் பல்ஸ்டைரீனைவிட, வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பல்ஸ்டைரீன் மிகுதியாகப் பயனுகிறது. ஏனெனில், பொதுப் பயன் பல்ஸ்டைரீன் சுமார் 77°C வெப்பநிலை நிலையில் இரண்டு மணி நேரத்திற்குப்பின்பு இளகித் தொய்வடைகிறது. ஆனால், வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பல்ஸ்டைரீனை 88°C வெப்பநிலையில் இருபது மணிநேரம் வைத்திருந்தாலும், தொய்வதில்லை. இருபத்துநான்கு மணிநேரமும் வானொலிப்பெட்டி யருகே அமர்ந்திருக்கும் வானொலிப் பிரியர்களுக்கு இது ஒரு வரப் பிரசாதமாகும்.

ஒளிபுகும் தன்மைமிக்க பல்ஸ்டைரீனின் மற்றோர் இன்றியமையாத இயல்பு என்னவெனில் வளைந்த பகுதிகளைக் கொண்ட பல்ஸ்டைரீன் குழாய்கள் வழியே ஒளி ஊடுருவிச் செல்லும். விளைவாக, விமானங்களில் அது செல்லும் திசையை இரவில் காட்டப் பொருத்தப்பட்டுள்ள விளக்குகளால்

ஓட்டுனரின் கண்கள் கூசாதிருக்க, பல்ஸ்டைரீன் கருவிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

கரிம நிறமிகளைக் கலந்து தேவையான வண்ணங்கள் கொண்ட பிளாஸ்டிக்கைத் தயாரிக்கலாம். இத்தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு விளம்பர விளக்குகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. பல்ஸ்டைரீனின் ஒளிபுகும் தன்மை மாசுகளால் பாதிக்கப்படுவதால், வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன் ஒளிகசியும் தன்மை கொண்டுள்ளது. ஒளிபுகும் தன்மையில் அக்ரைலிக்ஸ் பிளாஸ்டிக்கை ஒத்த பல்ஸ்டைரீன் துண்டு ஒன்றைக் கீழே போட்டால், அக்ரைலிக்ஸைப்போலன்றி 'ணங்' என்ற உலோக ஒலி கிளம்பும்.

பல்ஸ்டைரீன் அமிலம் அல்லது அடர்மிகு காரங்களில் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால், க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்கள், உயர் ஆல்கஹால் இவற்றில் கரையும். வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட பல்ஸ்டைரீன் கார் மின்கலப்பெட்டிகள் (பேட்டரி), அமிலம் நிரப்பும் கலங்கள் தயாரிக்க உதவுகிறது.

சிறந்த தாக்கு வலுக்கொண்ட வலுவூட்டப்பட்ட பல் ஸ்டைரீன் தகடுகள் குளிர்பெட்டிகளில் உள்ளுறை (lining) யாகப் பயனாகின்றன. மேலும், வண்ணப் பூச்சுகள் இதன் அழகை மேம்படுத்தி வாணிக ரீதியில் இதன் மதிப்பைக் கூட்டுகின்றன.

உலோக அமைப்பு உள்ளே செருகப்பட்ட வார்ப்புகளை வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீனிலிருந்து பெறலாம். பல் ஸ்டைரீன் உள்ளமைப்பு உலோகம் இரண்டும் வெப்பத்தில் வெவ்வேறு அளவு விரிவடையும். எனினும், இதன் விளைவாகத் தோன்றும் தகைவினால் வார்ப்புக்கெடாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீனின் மேம்பட்ட வளைப்புத் தன்மையே ஆகும்.

சராசரி மூலக்கூறுஎடை உயர்வாகக்கொண்ட பல்ஸ்டைரீன் அதிர்ச்சியைத் தாங்கவல்லது. எனவே, சட்டைகள் தொங்க விடும் ஹேங்கர்கள் (Hangers) இப் பலபடியால் ஆனவை.

விரிவடைந்த பல்ஸ்டைரீன் வெப்பக் காப்பீடுகளாகவும், குளிரவைத்த பொருள்களை, வெப்பம் தாக்காத வண்ணம் கட்டியனுப்பவும் உதவுகிறது.

மேம்பட்ட பரிமாண நிலைப்புத்தன்மை காரணமாக, பரிமாண நிலைப்புடைய பொருள்கள் தயாரிக்கவும் பல்ஸ்டைரீன் உதவுகிறது.

ஸ்டைரீன் - டைவினைல் பென்சீன் இணைப் பலபடியை அடிப்படையாகக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட பிசின்கள், கடின நீரிலிருந்து அதில் கரைந்துள்ள உப்புகளை அயனி பரிமாற்று முறையில் (ion exchange process) பிரித்தெடுத்து மென்னீ ராக்கப் பயனுகின்றன.

பல்ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடிகள்

இத் தலைப்பின் கீழ்க் காணப்போகும் மூன்று இணைப் பலபடிகள்.

(1) ஸ்டைரீன்—ப்யூட்டாடையீன் இணைப்பலபடி.

(2) அக்ரிலோநைட்ரைல்—ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடி.

(3) அக்ரிலோநைட்ரைல் — ப்யூட்டாடையீன் — ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடி.

(1) ஸ்டைரீன் ப்யூட்டாடையீன் இணைப்பலபடி

நீட்சி நெகிழியான ஸ்டைரீன்—ப்யூட்டாடையீன் இணைப் பலபடியைப் பற்றி 'ரப்பர்' தலைப்பிட்ட அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

(2) அக்ரிலோநைட்ரைல்—ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடி

ஹைட்ரஜன் சயனைடு (Hydrogen cyanide), தகுந்த வேக மாற்றியின் முன், அசட்டிலீனுடன் வினைபுரிந்து வினைல் சயனைடு என்ற அக்ரிலோ நைட்ரைலைத் தருகிறது.

$$CH \equiv CH + HCN \xrightarrow{\text{வேகமாற்றி}} H_2C = CHCN$$

அக்ரிலோ நைட்ரைல்,

ஸ்டைரீனை அக்ரிலோ நைட்ரைலுடன் கலந்து, பால்மம் பலபடியாக்கல் முறையில் அல்லது கலங்கல் பலபடியாக்கல் முறையில் அக்ரிலோ நைட்ரஜன் ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடியைப் பெறலாம். இவ் விணைப்பலபடி எல்லாத் தன்மைகளிலும் பல்ஸ்டைரீனை ஒத்திருப்பினும், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன்,

வெப்பம் தாங்குமாற்றல் இவற்றில் பல்ஸ்டைரீனைவிட மேம்பட்டுக் காணப்படுகிறது. மேலும், பல்ஸ்டைரீனைப் போல் ஹைட்ரோ கார்பனில் கரையாது. எனவே, இவ்விணைப் பலபடி கலங்கலில் எண்ணெய், ஹைட்ரோ கார்பன் போன்றவற்றை ஊற்றிவைக்க முடியும். வாசனைத் தைலங்கள், சோப்பு போன்றவற்றில் கெடாத இணைப்பலபடியிலிருந்து சீப்பு, குப்பி, குடுவைகள் போன்றன தயாரிக்கலாம். குளிர் சாதனப் பெட்டி உறுப்புகள், தட்டெழுத்து இயந்திரப் பொத்தான்கள் தயாரிக்கவும் இவ்விணைபலபடி உதவுகிறது.

(3) அக்ரோ நைட்ரைல்—ப்யூட்டாடையீன்—ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடிகள் (ABS)

இவ்விணைப் பலபடியில் ப்யூட்டாடையீன் அளவு அதிகமாக, இணைப்பலபடியின் தாக்குவலிமை கூடுகிறது. இழுவலு குறைகிறது. இதே போன்று இணைப்பலபடியில் அக்ரோ நைட்ரைல் ஸ்டைரீன் இவற்றின் விகிதம் உயர, இணைப்பலபடியின் தாக்குவலிமை குன்றுகிறது. ஆனால் இழுவலு மேம்பாடடைகிறது.

ABS இணைப்பலபடி இரண்டு முறைகளில் தயாரிக்கலாம். முதல் முறையான பலபடியாக்கல் முறையில் ஸ்டைரீன், அக்ரோ நைட்ரைல் இரண்டையும் பல்ப்யூட்டாடையீனுடன் நன்கு கலந்து பொட்டாசியம் பெர்சல்பேட் வேகமாற்றியின் துணை கொண்டு பலபடியாக்கல் வினையை நிகழச் செய்ய, இணைப் பலபடி பால்மத்தில் கிடைக்கிறது. பின்பு பால்மத்திலிருந்து இணைப்பலபடி வீழ்படிவைப் பெறலாம். இரண்டாவது முறை கலத்தல் அல்லது கலவை முறையாகும். இதன் தயாரிப்பு ஓரளவிற்கு இரு உலோகங்களிலிருந்து கலவை உலோகம் தயாரிப்பை ஒத்ததாகும். இம் முறையில் அக்ரோ நைட்ரைல்—ஸ்டைரீன் பிசினை ப்யூட்டாடையீன் அக்ரோ நைட்ரைல் ரப்பருடன் நன்கு கலக்கவேண்டும். பிசினும், ரப்பரும் உலர்ந்த நிலையிலேயே கலக்கப்படலாம். இவற்றைச் செவ்வனே கலக்கும் பொருட்டு இரண்டு உருளைகளையோ, அல்லது கலக்கியையோ பயன்படுத்தலாம். பிசினும், ரப்பரும் ஒன்றுக்கொன்று இணக்கமுடையதாக உள்ளன. இதன் காரணம் என்னவெனில் பிசினிலும், ரப்பரிலும், இரண்டுக்கும் பொதுவான அக்ரோநைட்ரைல் சேர்மம் காணப்படுகிறது.

இரண்டு முறைகளிலும் தயாரிக்கப்பட்ட ABS இணைப் பலபடிகளில் பிசினின் மேல் ரப்பர் தனித்தே (discrete) காணப் படுகிறது. குறிப்பாக முதல்முறையான பலபடியாக்கல் முறையில்

கிட்டும் இணைப்பலபடி என்பது பல்ப்யூட்டிலீன், பல்ப்யூட்டிலீனுடன் ஒட்டப்பட்ட அக்ரோ நைட்ரைல், ஸ்டைரீன் மேலும் அக்ரோ நைட்ரைல்—ஸ்டைரீன் இணைப்பலபடி ஆகிய மூன்றின் கலவையாகும். இணக்கமற்ற பல்ப்யூட்டிலீனையும், ஸ்டைரீன்—அக்ரோநைட்ரைல் இணைப்பலபடியையும் இணக்க முறச்செய்வது இவற்றுக்கிடையே இணைப்பை ஏற்படுத்தும் ஒட்டுப் பலபடியாகும் (graft polymer).

ப்யூட்டாடையீன் அளவுக்கேற்றவாறு உயர்தாக்கு வலிமை அல்லது உயர்ந்த இழுவலுக்கொண்ட இவ்விணைப்பலபடியின் வெப்பம் தாங்குமாற்றல், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன், பரிமாண நிலைப்புத்தன்மை ஆகியவை பல்ஸ்டைரீனைவிட மேம்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. மேலும், இவ்விணைப்பலபடியின் மின்னியல்புகள், உயர் வெப்பநிலையிலும், ஈரப்பதன் கொண்ட சூழ்நிலையிலும் மாறுமல் காணப்படுவதால் பதிவு மின்சுற்றுகளுக்கு (printed circuits) உகந்த தளம் தயாரிக்க இவ்விணைப் பலபடி உதவுகிறது. மேலும் ரேடியாக்கள், புகைப்படக் கருவிகள் போன்றவை தயாரிக்கவும் இவ்விணைப்பலபடியின் உதவியை நாட வேண்டியுள்ளது.

14. பல்அமைடுகள்

(POLYAMIDES)

நைலானைப் பற்றி அறியாதவர்களோ அல்லது அதைப் பார்க்காதவர்களோ இலர் என்று கூறுமளவுக்கு இன்றைய நாகரிக உலகில் தனி இடத்தைப் பெற்றுள்ள நைலான், வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக் ஆகும். இதன் பயன் பல் துலக்கும் ப்ரஷ்ஷிலிருந்து அணியும் ஆடைகள் வரை பரந்துள்ளதே அதன் சிறப்புக்குக் காரணம்.

'பல்அமைடு' (Polyamide) என்ற வேதியியற் பெயர் கொண்ட நைலான், இந் நூற்றுண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செயற்கை இழைகள் தயாரிக்கும் எண்ணத்துடன் W. H. கரோத்தர்ஸ் என்பவரும், அவருடைய இணை ஆராய்ச்சியாளர் களும் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக 1928-ல் நைலான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. டை அமினை (Di amine), டை அமிலத் துடன் (Di acid) கலந்து வினைபுரியச் செய்ததால், பல்அமைடு என்ற சங்கிலிப் பலபடி கிட்டியது. இவ்வினையை ஆதாரமாகக் கொண்டு நைலான் தயாரிக்கப்பட்டது.

வாணிக அளவில் தயாரிக்கப்பட்ட முதல் நைலான், அடிபிக் அமிலம் (Adipic acid), ஹெக்ஸா மெதிலீன் டை அமின் (Hexa methylene di amine), இவற்றின் சுருக்கவினை மூலம் கிட்டியது. இருவினை முனைத்திறன் கொண்ட டை கார்பாக்சிலிக் அமிலம், இருவினை முனைத்திறன் கொண்ட டை அமினுடன் சுருக்கமடையும்போது ஒருநீர் மூலக்கூறு வெளியேறி அமைடு (amide) கிடைக்கிறது. வினையும் அமைடிலும் காணப்படும் இருவினை முனைத்திறன் காரணமாக, அமைடுகள் சுருக்கம் அடைந்து பல்அமைடு என்ற பலபடியைத் தருகின்றன.

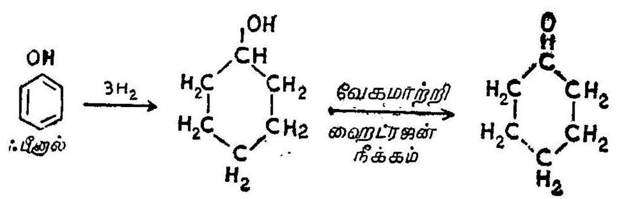
அடிபிக் அமிலம் என்பது ஹெக்ஸா மெதிலீன் டை அமினிலிருந்து கிடைக்கும் பல்அமைடு நைலான் 6,6 எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. முதல் எண் 6, ஹெக்ஸா மெதிலீன் டை அமினில் காணப்படும் கார்பனுடன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையையும், இரண்டாவது 6, அடிபிக் அமிலத்தில் காணப்படும் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையையும் குறிக்கின்றன. இதே போன்று ஆறு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ஹைக்ஸா மெதிலீன் டை அமினும், பத்து கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட சபேசிக் (Sebacic acid) [HOOC — $(CH_2)_8$ — COOH] அமிலமும் சுருங்கிக் கிடைக்கும் பல்அமைடை நைலான் 6, 10 என வழங்குகிறோம்.

அமின் தொகுதியும், அமிலத்தொகுதியும் ஒரே மூலக்கூறில் காணப்படும், ஆறு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ω அமினோ கப்ரோயிக் (ω Amino caproic acid) அமிலத்திலிருந்து, சுருக்க வினை மூலம் கிடைக்கும் பலபடியை நைலான் 6 என்றும், பதினொன்று கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ω அமினோ அண்டெகனோயிக் அமிலத்திலிருந்து (ω Amino undecanoic acid) கிடைக்கும் பலபடியை நைலான் 11 என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

மூலப் பொருள்கள்

ஃபீனாலை அடிப்படைப் பொருளாகக் கொண்டு, நைலான் 6, 6; நைலான் 6, 10; நைலான் 6; நைலான் 11 ஆகிய பல் அமைடுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

அடிபிக் அமிலம்



சைக்லோ ஹெக்சனால் — சைக்லோ ஹெக்ஸனோன்

$$\xrightarrow[\text{வனேடியம் அல்லது தாமிரம்}]{\text{நைட்ரிக் அமிலம்}} HOOC - (CH_2)_4 - COOH$$

அடிபிக் அமிலம்

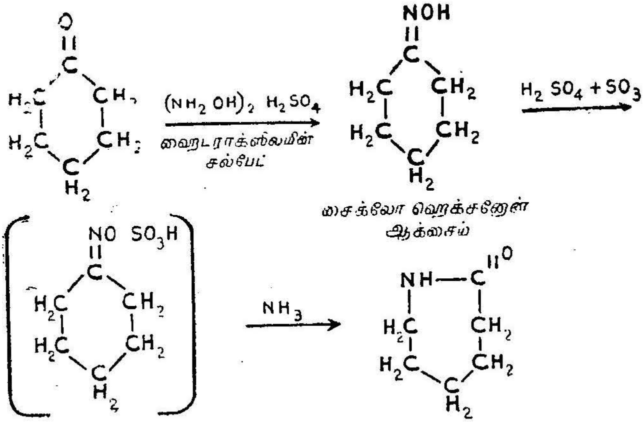
ஹெக்ஸா மெதிலீன் டை அமின்

$$HOOC{-}(CH_2)_4{-}COOH \xrightarrow[350^\circ C]{NH_3} H_2NOC{-}(CH_2)_4{-}CONH_2$$

அடிபிக் அமிலம் அடிப்பமைடு

$$\xrightarrow[\substack{125^\circ C \\ 600 \text{ வளி அழுத்தம்}}]{\substack{Co/Cu \\ \text{வேகமாற்றி}}} H_2N{-}(CH_2)_6{-}NH_2$$

ω அமினோ கப்ரோயிக் அமிலம்



ε கப்ரோலாக்டம்

குறிப்பு: ω அமினோ கப்ரோயிக் அமிலத்திலிருந்து ஒரு நீர் மூலக்கூறு நீக்கம் பெற்று ε கப்ரோ லாக்டம் (ε Capro lactum) கிடைக்கிறது.

சபேசிக் அமிலமும், ω அமினோ அண்டெகனோயிக் அமிலமும் ஆமணக்கெண்ணெயிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

பலபடியாக்கல்

நைலான் 6, 6

இரண்டு கட்டங்களில் நடைபெறும் பலபடியாக்கலின், முதல் கட்டத்தில் கொதிக்கும் மெதில் ஆல்கஹாலில் தனித்

தனியே தயாரிக்கப்பட்ட அடிபிக் அமிலக் கரைசலையும், ஹெக்ஸாமெதிலீன் டை அமின் கரைசலையும் ஒன்றாகக் கலக்க நைலான் உப்பு கிடைக்கிறது.

(i) $H_2N—(CH_2)_6—NH_2 + HOOC—(CH_2)_4—COOH$

ஹெக்ஸாமெதிலீன் டை அமின் அடிபிக் அமிலம்

$\longrightarrow H_2N—(CH_2)_6—NH—CO—(CH_2)_4—COOH + H_2O$

நைலான் உப்பு

இவ்வாறு கிட்டும் நைலான் உப்பை, சூடுபடுத்தினால் பலபடியாக்கல் நடைபெற்று நைலான் 6,6 கிடைக்கிறது. இது வினையின் இரண்டாவது கட்டமாகும்.

(ii) $n[H_2N—(CH_2)_6—NH—CO—(CH_2)_4—COOH] \xrightarrow{\text{சூடேற்றம்}}$

$\left[HN—(CH_2)_6—NH—CO—(CH_2)_4—CO \right]_n + nH_2O$

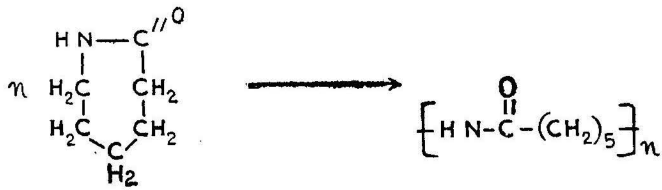
நைலான் 6,6 [பலபடிச் சிங்கிலி]

280°C வெப்பநிலையில், நைட்ரஜன் வாயுச் சூழ்நிலையில், நைலான் உப்பு பலபடியாக்கல் அடைந்து நீரையும், நைலான் 6,6ஐயும் தருகின்றது. பலபடியாக்கல் வினை முற்றுப் பெற்றபின் ஆவி மீள்கொதிப்பு (Reflux) செய்து நீரை வெளியேற்றிய பின், பலபடியை உயர்வெப்ப அழுத்தத்தில் வடிகட்டியபின் இழைகளாகப் பெறலாம். அல்லது பிழிந்து வார்த்தல் (extrusion), பீச்சி வார்த்தல் (Injection moulding) செயல் முறைகளுக்குட்படுத்தலாம்.

நைலான் 6

தொடர்ச்சி முறை (continuous process), பந்தி முறைகளில் தயாரிக்கவல்ல இப் பலபடி, ε அமினோ கப்ரோ லாக்டத்திலிருந்து 250°C வெப்பநிலையில் நீர்வேக மாற்றியின் துணைகொண்டு பலபடியாக்கலடைந்து கிடைக்கிறது. பலபடியின் மூலக்கூறு எடையைக் கட்டுப்படுத்தும் நோக்கோடு திருத்தியும் (modifier) பலபடியாக்கல் வினையின் போது சேர்க்கப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜன் கலப்பற்ற நைட்ரஜனின் சூழ்நிலையில் பலபடியாக்கல் நடைபெறுகிறது. சுமார் 12 மணி நேரத்தில் 90 சதவீத அளவு

பலபடியாக்கல் முற்றுப் பெறுகிறது. இந்நிலைமை அடைந்த பின்பு, வினைகலத்தில் காணப்படும் நைட்ரஜன் அழுத்தத்திலேயே, நுண்துளைகள் வழியே நைலான் இழையாகச் செலுத்தப்பட்டு, குளிரச் செய்த பின்பு வேண்டிய அளவிற்கு ஒடித்து கொள்ளவேண்டும். நைலான் இயற்கையில் நிறமற்ற பலபடியாதலால் இத் துணுக்குகளுடன் தேவையான சாயப் பொருள்களைக் கலந்து, பின்பு செயல்முறையாக்க வேண்டும்.



ε அமினோகப்ரோலாக்டம் நைலான் 6.

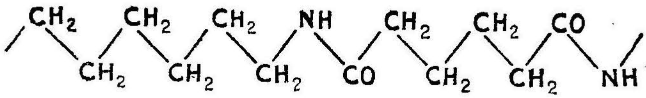
நைலான் 11

மாசு அற்ற அமினோ அண்டெகனோயிக் அமிலம், வேகமாற்றியின் துணையின்றியே, 250°C-க்குச் சூடேற்ற, பலபடியாக்கல் நிகழ்கிறது. உயர் மூலக்கூறு எடையுடன் கூடிய பல்அமைடைப்பெற பலபடியாக்கல்வினை முடிவடையும் தருவாயில், வினைக்கலத்தின் அழுத்தத்தைக் குறைக்கவேண்டும்.

மேலே கூறப்பட்ட நான்குவகை நைலான்களைத் தவிர வெர்சமிட்ஸ் (Versamids) என்ற பல்அமைடைப்பற்றி இங்குக் குறிப்பிடவேண்டும். இப் பல்அமைடை பலபடியாக்கலின் தன்மைக்கேற்ப திண்மமாகவோ அல்லது நீர்மமாகவோ பெறலாம். தாவர எண்ணெய் அமில இருபடி (dimerised vegetable oil acid) பல் அல்கைலீன் அமினுடன் (polymerised poly alkylene) சுருக்கவினை புரிந்து 'வெர்சமிட்ஸ்' என்ற பல் அமைடைக் கொடுக்கிறது.

பல்அமைடின் பொது அமைப்பு

எல்லாவகைப் பல்அமைடுகளிலும் ஹைட்ரோ கார்பன் தொகுதியும், இமிடோ [(imido) — CO — NH —] தொகுதியும் பொதுவாக மாறிமாறிக் காணப்படும். சான்றாக அடுத்த பக்கத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நைலான் 6,6-ன் அடிப்படை அமைப்பில் இரு இமிடோ தொகுதிகளுக்கிடையில் ஆறு அல்லது நான்கு மெதிலீன் தொகுதிகள் இருப்பதைக் காணலாம்.



பலபடிச் சங்கிலிகளில் காணப்படும் முனைவுள்ள இமிடோ தொகுதிகளின் விளைவாக மூலக்கூறுகளின் ஈர்ப்புவிசை உயர்ந்து, சங்கிலிகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் குறைந்து விடுகிறது. சங்கிலிகளின் அமைப்பில் நெருக்கம் தென்படுவதற்கு முக்கிய காரணம் முனைவுள்ள இமிடோ தொகுதிகளைக்கொண்ட பலபடி சங்கிலிகளுக்கிடையே தோன்றும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பே ஆகும். இதன் விளைவாக, பலபடிச் சங்கிலிகள் அமைப்பில் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகக் காணப்படுவதால், பலபடி படிகத் தன்மையைப் பெறுகிறது. குறிப்பாக இழுக்கப்பட்ட நைலான் அமைப்பில் காணப்படும் மேம்பட்ட ஒழுங்குத்தன்மை காரணமாக இதன் படிகத்தன்மை இழுக்கப்படாத நைலானைவிட உயர்ந்து காணப்படுகிறது. விளைவாக பலபடி அகண்ட வெப்பநிலை வரம்புக்குள் உருகாமல், குறித்த வெப்பநிலையில் அல்லது மிகக்குறுகிய வெப்பநிலை வரம்புக்குள் உருகி விடுகின்றது.

இழுக்கப்படாத நைலானில் மூலக்கூறுகள் ஓரளவு தாறுமாறாகக் காணப்படுவதால், ஒழுங்கின்மை உயர்ந்து படிகத் தன்மையைக் குறைக்கிறது. நைலானை இழுக்கும்போது பலபடி மூலக்கூறுகள் நேராக்கப்பட்டு அதாவது தாறுமாறான அமைப்புக் குறைந்து நேராக்கப்பட்டு, மூலக்கூறுகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று படிந்து காணப்படுகின்றன. மேலும், இவ்வாறு இழுக்கும்போது சங்கிலி ஒடிந்து அறுந்துபோகாமல் இருப்பதன் விளைவாகவே நைலானின் இழுவலிமை (Tensile strength) ஏனைய தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளின் இழு வலிமையைவிட உயர்ந்து, சிறந்து காணப்படுகிறது.

பல்அமைடில் ஹைட்ரோ கார்பன் பகுதியின் நீளம் அதிகரிக்க பலபடி சங்கிலிகளுக்கிடையே ஏற்படும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் எண்ணிக்கையும் குறைகிறது. விளைவாக இரு சங்கிலிகளுக்கிடையில் காணப்படும் ஈர்ப்புவிசையும் குறையவே, பலபடியின் இளகுநிலை தாழ்ந்து காணப்படுகிறது. 265°C-ல் இளகும் நைலான் 6,6, 220°C-ல் இளகும் நைலான் 6,10 மேற்கூறியதை நன்கு உறுதிப்படுத்துகின்றன. நீர் எதிர்ப்புத் திறன் மிக்க ஹைட்ரோ கார்பன் தொகுதியின் நீளம் பல்அமைடு

அமைப்பில் அதிகரிக்க, நைலானின் நீர் எதிர்ப்புத்திறனும் உயர்ந்து காணப்படுகிறது.

ஹைட்ரஜன் தொகுதியைவிட பருமன்மிக்க மெதில் போன்ற தொகுதிகளைப் பல்அமைடு சங்கிலியில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக இடப்பெயர்ச்சி செய்தால், விளையும் பலபடியின் தன்மை மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. குறிப்பாக இளகுநிலை தாழ்ந்து காணப்படுகிறது. இதன் காரணம் என்னவெனில், பருமன் மிக்க மெதில் தொகுதியால் பலபடிச் சங்கிலிகளின் நெருக்க அமைப்புப் பாதிக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மூலக்கூறுகளின் ஈர்ப்பு விசையும் குன்றிவிடுகிறது. பொதுவாக ஹைட்ரஜன் இணைப்பைக்கொண்ட இரு அணுக்கள் அல்லது தொகுதிகளின் இடைவெளி அதிகரித்தால் இவ்விணைப்பு வலிமை யிழந்துவிடுகிறது. எனவே, மெதில் பகுதிகளால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட பலபடி சங்கிலிகளில் ஏற்படும் ஹைட்ரஜன் இணைப்பின் எண்ணிக்கையும் குறைகிறது. பல்அமைடில் காணப்படும் இமிடோ ஹைட்ரஜனை மெதில் போன்ற தொகுதிகளால் இடமாற்றம் செய்தால், ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு ஏற்படுவது தடைப்பட்டு, விளையும் பல்அமைடு ரப்பரைப் போன்று மீள் தன்மையைப் பெறுகிறது.

நைலான் 6,6ஐப் போலன்றி N—மெதில் நைலான் 6,6 பாகுப்பொருளாகும். அதனைக் குளிரச் செய்யும் போது, தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் கண்ணாடியை ஒத்த திண்மமாக மாறுகிறது.

$$-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{N}}-CO-(CH_2)_4-CO-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{N}}-(CH_2)_6-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{N}}-10-$$

தன்மைகள்

ஒவ்வொரு நைலானின் தன்மைகள் அதன் மூலக்கூறு அமைப்பிற்கேற்ப மாறுபட்டு காணப்பட்டாலும், முன்பு குறிப்பிடப்பட்ட நான்குவகை நைலான்களின் தன்மைகளை மனத்தில் கொண்டு, பொதுவாக நைலானின் தன்மைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுத்துக் கூறலாம்.

(1) வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே தலைசிறந்த இழுவலிமையைப் பெற்றுள்ள நைலான் உராய்வையும், உயர் வெப்பத்தையும் தாங்கவல்லது.

(2) ஈரப்பதனுக்கேற்றவாறு (humidity) நீரை உறிஞ்சவல்ல நைலான், பட்டு, கம்பளி போன்ற இழைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் இவற்றைவிடக் குறைந்த அளவே நீரை உறிஞ்சும்.

(3) நீர் உறிஞ்சும் தன்மை காரணமாக நைலானின் இயந்திர இயல்புகள், மின்னியல்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. உலர்ந்த பின் நைலான் இழந்த இயல்புகளை மீண்டும் பெற்றாலும், பல்ஸ்டைரீன், பல்எதிலீனைப் போன்று நைலானை மின்காப்பானாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. சீரிய வலிமை காரணமாகச் சில மின்சாதனங்களில் நைலான் பயனாகிறது.

(4) அங்கக நீர்மங்களான ஆல்கஹால், ஈதர், அசட்டோன் போன்றவற்றால் தாக்கப்படாத நைலான் எரிகாரத்தில் கெடுவதில்லை. ஆனால், ஆக்சிஜனேற்ற சூழ்நிலையில் இது தாக்கப்படுகிறது. அடர் அமிலமும் இதற்குக் கேடு விளைவிக்கும்.

நைலான் சூழ்நிலை வெப்பத்தில் நிலைப்புத் தன்மையை இழக்காது. ஆனால், உயர்வெப்பநிலையில் ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடைந்து நிலையிறக்கம் அடைகிறது. குறிப்பாக நைலானின் இயந்திர இயல்புகள் சூரிய ஒளியில் பாதிக்கப்படுகிறது.

நைலானைப் பிழிந்து வார்த்தல், பீச்சி வார்த்தல் முறைகள் மூலம் செயல் முறையாக்க முடிந்தாலும், பெருமளவுக்கு, நைலான் இழைகளே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பயன்கள்

நைலானைக்கொண்டு படலங்கள், வார்ப்புகள் தயாரிக்கப் பட்ட போதிலும் நைலான் இழைகள், ஓரிழைகள் இவை இரண்டு மட்டுமே வாணிகத் துறையில் சிறப்பு அடைந்துள்ளன. 1938-ல், பல்துலக்கும் ப்ரஷ்ஷின் இழைகள் தயாரிக்க தொடக்கம்பெற்ற நைலான் இழைகளைக்கொண்டு 1939-லிருந்து காலுறைகளும் (Socks) தயாரிக்கப்பட்டன. பல்அமைடு அமைப்பில் ஹைட்ரோ கார்பன் தொகுதியின் நீளம் அதிகரிக்கத் நீர்எதிர்ப்புத் திறனும் உயர்ந்து காணப்படுவதால் நைலான் 6, 10; நைலான் 11 இவை இரண்டும் நைலான் 6, 6ஐவிட ப்ரஷ்கள் தயாரிப்பில் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன.

பூப்பந்து மட்டை, டென்னிஸ் மட்டைகளில் பின்னப்படும் இழைகள், அவை எளிதில் அறுந்து போகாமல் இருக்கும்

பொருட்டு, பந்து அடிக்கும்போது ஏற்படும் அதிர்ச்சியையும், உராய்வையும் தாங்கவல்லதாக இருத்தல்வேண்டும். நைலான் இழைகள், மேம்பட்ட இழு வலிமை, உராய்வு எதிர்ப்புத் தன்மை காரணமாக இத் துறையிலும் சிறப்புற உதவுகின்றன.

மலை ஏறுவதற்குப் பயனாகும் கயிறுகள் திரிக்கவும், மீன் பிடிக்கும் வலைகள் பின்னவும், பாரசூட்டுகள் தயாரிக்கவும் நைலான் இழைகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு உதவுகின்றன. மேற்கண்ட பயன்களில் தோன்றும் அதிர்ச்சியை நைலான் இழைகள் தாங்கவல்லவை . ஏனெனில், நைலான் இழைகளின் நீளத்தை மேலும் நாற்பது சதவீதம் இழைகள் அறுக்காமல் நீட்ட முடியும். மேலும், நைலான் இழைகள் கடல் சூழ்நிலையில் கெடாது. பொதுவாக இழைகள் தயாரிக்கப் பயன்படும் நைலான் உயர்ந்த மூலக்கூறு எடையுடன் இருத்தல் அவசியம். சூழ்நிலை வெப்பத்தில் இழுக்கப்பட்ட நைலான் இழைகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு ஏற்பட்டு வலிமைக்கு ஓர் ஏற்றம் அளிக்கிறது என முன்பே பார்த்தோம். துணிகள் தயாரிக்கப் பயனாகும் நைலான், இஸ்த்திரி போடும்போது சிதையாமல் இருக்கவேண்டி, உயர்இளகு நிலையுடன் காணப்பட வேண்டும். நைலான் இழைகளைக்கொண்டு, கையுறைகள் (gloves), பாரசூட் துணி, மழைக்கோட்டு, குடைத்துணி போன்றவை தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஒட்டுவிப்பிகள்

உயர்ந்த இளகுநிலை கொண்ட நைலான் 6, நைலான் 6, 6; நைலான் 6, 10 போன்ற பலபடிகளின் கரைதிறன் குறிப்பாகக் கரிமக் கரைப்பான்களில் திருப்திகரமாக இல்லாததையொட்டி ஒட்டுவிப்பிகள் தயாரிக்க இப் பலபடிகள் பயன்படா. எனவே, வெர்சமிட்ஸ், நைலான் இணைப் பலபடிகள், N அல்காக்ஸி நைலான் போன்ற திருத்தப்பட்ட பலபடிகளிலிருந்து ஒட்டுவிப்பிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப் பலபடிகள் தாழ்ந்த இளகுநிலையும், ஆல்கஹால், அல்லது ஆல்கஹால் - ஹைட்ரோ கார்பன் நீர்மக் கலவையில் கரையும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. தேவைக் கேற்றவாறு பலபடியைப் பாகாகவோ அல்லது நீர்ம கரைசலாகவோ பயன்படுத்திப் பொருள்களை ஒட்டச் செய்யலாம்.

வெப்பத்தால் இறுகவல்ல ஈபாக்ஸி, ஃபீனலிக்ஸ் பிசின்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட பல்அமைடு கோந்

துகள் மரப் பலகைகள், எஃகுத் தகடுகள் போன்றவற்றை ஒட்ட வைக்கப் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன. கிளை சங்கிலிகள் கொண்ட அமினோ பல்அமைடை ஈபாக்சிப் பிசினுடன் கலந்து, ஒட்டப்பட வேண்டிய பகுதிகளில் இப் பசையைத்தடவி, பகுதிகளைச் சேர்த்து வைத்திருந்தால், பிசின் கலவைப் பக்குவமடைந்து பகுதிகள் ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன.

ஈபாக்சிப் பிசினை அடிப்படையாகக்கொண்ட பல்அமைடு பிசினைப் போலன்றி, உயர்வெப்பத்திலும், அழுத்தத்திலும்தான் ஃபீனலிக்ஸ் பல்அமைடு பிசின் பக்குவமடைகின்றது. ஏனெனில், பல்அமைடும், ஃபீனலிக்சும் வினைபுரியும்போது நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

காகிதம் அல்லது கண்ணாடி நாரைத் தளமாகப்பெற்ற ஃபீனலிக்ஸ் தகடுகளின்மேல், மேலே கூறப்பட்ட பிசின் துணைகொண்டு, ஒட்டப்படும் தாமிரத்தகடுகள் பதிவு மின் சுற்றுக்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

பல்அமைடைக்கொண்டு வார்ப்புகளும் தயாரிக்கலாம். சிறப்புமிக்க வார்ப்புகளைப்பெற, பல்அமைடின் மூலக்கூறு எடை உயர்வாக இருத்தல் அவசியம். வார்ப்புகள் தயாரிக்க உயப் பொருள்கள் தேவை. ஆனால், நைலானின் சுய உயவுப்பண்பு காரணமாக, வேற்று உயப்பொருள்கள் தேவை இல்லை.

நைலானிலிருந்து வார்க்கப்பட்ட பீச்சாங்குழல் (Injection Syringe) மருத்துவத் துறையில் தனி இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. மருத்துவத் துறையில் பயன்படும் உபகரணங்கள் கிருமிகளற்று இருத்தல் அவசியம். கிருமிகளைப்போக்க இவற்றை நீராவியில் அல்லது கொதி நீரில் சூடேற்றுவதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். நைலான் இழைகளும், நைலான் பொருள்களும் இவ்வாறு சூடேற்றப்படும்போது சீர்குலையாது. ஆதலால்தான் நைலான் இழைகள் தசைகளைத் தைக்க உதவுகின்றன.

சில வார்ப்புகள் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். இத்தகைய வார்ப்புகளை நைலானி லிருந்து பெறமுடியாது. ஏனெனில், நீர் உறிஞ்சும் ஆற்றல் காரணமாக நைலான் வார்ப்புகளின் பரிமாணம் நிலைத்திருக் காது. ஆனால், தற்சமயம் கண்ணாடி இழைகளைக்கொண்டு வலுவூக்கப்பட்ட நைலான் வார்ப்புகள் தயாரிக்கப்பட்டு, இவ்

வார்ப்புகள் தன்மைகளில் சில உலோகங்களை ஒத்து காணப் படுவதால், உலோகங்களுக்குப் பதிலாக வலுவூக்கப்பட்ட நைலான் வார்ப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஊற்றி வார்த்து வடிவ அச்சுகள் (die casting) தயாரிக்கத் துத்தநாக உலோகக் கலவையின் இடத்தை வலுவூக்கப்பட்ட நைலான் பிடித்து வருகிறது.

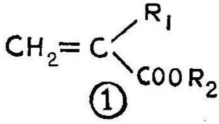
15. அக்ரைலிக்குகள்

(ACRYLICS)

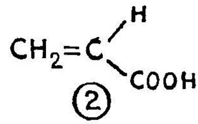
கண்ணாடி மிகச் சிறந்த ஒளிபுகும் தன்மை கொண்டது என்று நாம் நன்கு அறிவோம். இச் சிறப்பியல்பின் காரணமாக, கண்ணாடி பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஆனால், எளிதில் நொறுங்கிவிடும் தன்மை கண்ணாடியில் காணப்படும் குறைபாடு. அக்ரைக்லிஸ் (Acrylics) என்று வழங்கப்படும் பிளாஸ்டிக் கண்ணாடியை யொத்த ஒளிபுகும் தன்மையைப் பெற்ற பலபடியாகும். மேலும், கண்ணாடியைப் போன்று எளிதில் நொறுங்காது. இவ் வியல்பின் காரணமாக அக்ரைலிக்ஸ் பெருமளவுக்குப் பல துறைகளில் கண்ணாடியின் இடத்தைப் பிடித்து வருகிறது.

ஒருபடி மூலக்கூறின் அமைப்பைப் பொறுத்து எண்ணற்ற அக்ரைலிக்ஸ் பிசின்கள் (பலபடிகள்) உள்ளன. இருப்பினும் பெருமளவுக்குப் புழக்கத்தில் உள்ள பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் (Polymethyl meth acrylate), பல்மெதில் அக்ரைலேட் (Polymethyl acrylate) பிசின்களுக்கு மட்டுமே இங்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விரு பலபடிகளின் அமைப்பில் காணும் வேறுபாடு, அவற்றின் ஒருபடி அமைப்பில் தென்படும் வேறுபாடால்தான் என்று கூறவேண்டிய அவசியமே இல்லை. அக்ரைலிக் பொது வாய்பாட்டைக் கொண்டு எவ்வாறு பலவித ஒருபடிகளைப் பெறலாம் என்று அடுத்த பக்கத்தில் சுட்டிக் காட்டப் பட்டுள்ளது.

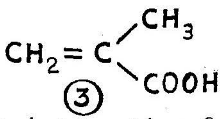
அக்ரைலிக் பொதுவாய்பாட்டில் (1) காணப்படும் R_1 & R_2 தொகுதிகள் இரண்டும் ஹைட்ரஜன் தொகுதிகளாக இருப்பின் அக்ரைலிக் அமிலம் (2) கிடைக்கிறது. பொதுவாய்பாடில் R_1 தொகுதி மெதில் [CH_3] தொகுதியாகவும், R_2 தொகுதி



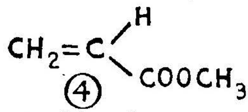
அக்ரைலிக் பொது வாய்பாடு



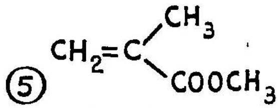
அக்ரைலிக் அமிலம்



மெத் அக்ரைலிக் அமிலம்



மெதில் அக்ரைலேட



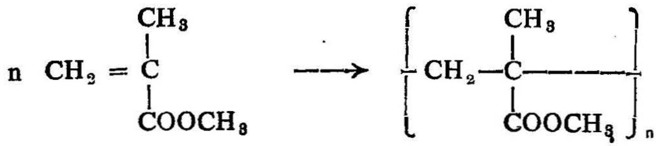
மெதில் மெத் அக்ரைலேட்

ஹைட்ரஜனாகவும் இருப்பின் மெத்அக்ரைலிக் அமிலம் (3) பெறலாம். மெதில் அக்ரைலேட் எனப்படும் எஸ்டரைப் பெற (4), R_1 தொகுதியில் ஹைட்ரஜனும் R_2 தொகுதியில் மெதில் தொகுதியும் இருக்கவேண்டும். R_1 & R_2 தொகுதிகள் இரண்டும் மெதில் தொகுதிகளாக இருப்பின் மெதில் மெத்அக்ரைலேட் (5) எனப்படும் எஸ்டர் கிடைக்கும். R_1 & R_2 தொகுதிகளுக்குப் பதிலாக அவ்விடங்களில், மேலே குறிப்பிடப்பட்ட, மெதில் தொகுதி போன்று, எதில் (Ethyl) அல்லது ப்ரொப்பில் (Propyl) தொகுதிகள் காணப்படின் பல்வேறு அக்ரைலிக் எஸ்டர்கள் கிடைக்கும் என்பது நன்கு விளங்கும்.

மெதில் அக்ரைலேட் பலபடியாக்கல் செய்யப்பட்டு பல்மெதில் அக்ரைலேட் கிடைக்கிறது.

$$n\ CH_2 = \underset{\displaystyle COOCH_8}{\overset{\displaystyle H}{C}} \longrightarrow \left[CH_2-\underset{\displaystyle COOCH_8}{CH}- \right]_n$$

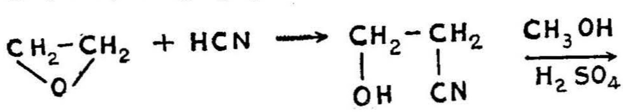
இதே போன்று மெதில் மெத் அக்ரைலேட் பலபடியாக்கல் அடைந்து பெர்ஸ்பெக்ஸ் (Perspex) எனப்படும் பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் பலபடியைத் தருகிறது.



அக்ரைலிக்ஸின் பலபடியாக்கல் முறை, அதன் தன்மைகள், பயன்கள் இவற்றைப் பற்றி அறியுமுன்பு தொடக்க காலத்தி லிருந்து இப் பிளாஸ்டிக்கின் படிப்படியான வளர்ச்சியைப்பற்றி சுருங்கக் கூறுதல் நலம். 1843-ல் அக்ரைலிக் அமிலம் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட போதிலும் 1901-ல் தான் இதன் ஈதைல் எஸ்டர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அதன் பலபடி யாக்கலும் அறியப்பட்டது. பின்பு டாக்டர் ரோம் (Rohm) எனும் விஞ்ஞானியின் அயராத உழைப்பின் காரணமாக மெதில் அக்ரைலேட்டின் பலபடி அறிமுகம் செய்யப்பட்டு, பின்பு லாக்கர் (lacquer), பெயிண்டு தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்பட்டது. பிறகு தான் அங்ககக் கண்ணாடி (Organic glass) என்று சிறப்பித்துக் கூறுமளவுக்குச் சிறப்பியல்புகளைப் பெற்ற பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

பல்மெதில் அக்ரைலேட், பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் பிசின்கள் தயாரிப்பதற்கான ஒருபடிகளைக் கீழ்க்காணும் முறைகள் மூலம் தயாரிக்கலாம். ஒவ்வொரு பலபடியும் பலவழிகளில் தயாரிக்கப்பட்ட போதிலும், எடுத்துக்காட்டாக ஒன்று அல்லது இரண்டு வழிகள் மட்டும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

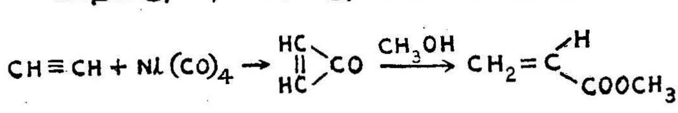
மெதில் அக்ரைலேட் தயாரிக்கும் முறை

(1) 

எதிலீன் ஆக்ஸைடு + ஹைட்ரஜன் சயனைடு — எதிலீன் சயானோஹைட்ரின்

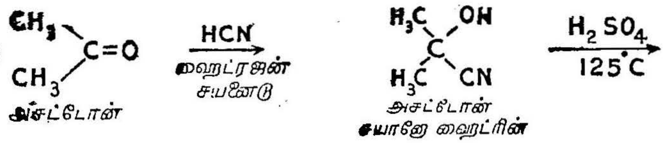
$$\longrightarrow CH_2{=}CHCOOCH_3 + NH_4HSO_4$$

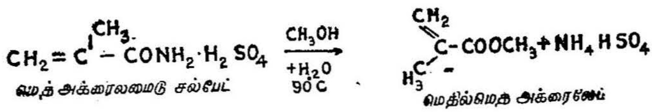
மெதில் அக்ரைலேட்; அம்மோனியம் பைசல்பேட்

(2) 

அசட்டிலீன் நிக்கல் கார்பானில் — மெதில் அக்ரைலேட்

மெதில்மெத் அக்ரைலேட் தயாரிக்கும் முறை

(1) 

(2) 

பலபடியாக்கல்

அக்ரைலிக் பலபடியைப் பெற ஐந்து முறைகள் உள்ளன.

(1) மொத்தப் பலபடியாக்கல் (Bulk polymerisation): இம் முறையில் கிடைக்கும் பலபடியை ஊற்றி வார்க்கப் பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

(2) கரைசல் பலபடியாக்கல் (Solution polymerisation): இம் முறையில் கிட்டும் பலபடியைக் கரைசலாகவே மேல் பூச்சுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(3) பால்மம் பலபடியாக்கல் (Emulsion polymerisation): இம்முறையில் விளையும் பலபடியைப் பால்மமாக விற்பனை செய்யப் படுகிறது.

(4) கலங்கல் பலபடியாக்கல் (Suspension polymerisation): இம் முறை ரவை வடிவப் பலபடியைத் தருகிறது.

(5) சிறுமணிப் பலபடியாக்கல் (Granular polymerisation): வார்ப்புக்குகந்த பலபடித்தூளை இம் முறையில் தயாரிக்கலாம்.

மெதில் மெத் அக்ரைலேட், மெதில் அக்ரைலேட் போன்ற ஒருபடிகள் வெப்பத்திலோ அல்லது ஆக்ஸிஜனிலோ எளிதில் பலபடியாக்கல் அடைவதால் பொதுவாக இவ்வொருபடி மூலக்கூறுகளில், ஆக்ஸிஜனேற்றத்தைத் தடுக்கவல்ல ஹைட்ரோக்வினோன் (Hydro quinone) போன்ற திண்மங்களைக் கலந்து ஒருபடி மூலக்கூறுகள் காக்கப்படுகின்றன. ஆதலால், பலபடியாக்கலைத் தொடங்கு முன்பு இத் திண்மங்களைத் தகுந்த முறையில்

அகற்றவேண்டும். மேலும், பலபடியின் மூலக்கூறு எடை, தன்மை இவை சீராக அமைய, பலபடியாக்கலில் வெளிவரும் வெப்பத்தைத் தகுந்த முறையில் வெளியே கடத்தவேண்டும்.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள ஐந்துவகைப் பலபடியாக்கல் முறைகளை, மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு விவரிக்கலாம்.

மெதில் மெத் அக்ரைலேட் 100°C-ல் கொதிக்கவல்ல நீர்மம் ஆகும்.

மொத்தப் பலபடியாக்கல்

மெதில் மெத் அக்ரைலேட் ஒருபடியை ஒரு சதவீத மளவு பென்சாயில் பெர் ஆக்ஸைடு (Benzoyl per oxide) வேக மாற்றியுடன் கலந்து, சிறிதுநேரம் சூடேற்ற, பாகுத்தன்மை (syrupy) மிக்க திரவம் கிடைக்கும் இந் நீர்மத்தை வழுவழுப்புமிக்க இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே எடுத்துக்கொண்டு, உலைக்குள் (furnace) இவ்விரு தகடுகளையும் பொருத்தவேண்டும். பலபடியாக்கல் வினையின்போது வெளியாகும் வெப்பத்தை வெளியேற்ற இத் தகடுகளைச் சுற்றிலும் காற்றைச் செலுத்த வேண்டும். உலையின் வெப்பநிலையைச் சுமார் 40°C-ல் 10 அல்லது 12 மணிநேரம் வைத்திருக்கவேண்டும். பலபடியாக்கல் வினையை முற்றுப்பெறச் செய்ய, கடைசி கட்டத்தில் வினைக்கலத்தின் வெப்பத்தை 40°C-லிருந்து 80°C-க்கு உயர்த்தப்படுகிறது. வினை முற்றுப் பெற்றபின் இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளையும் அகற்ற, ஊற்றி வார்க்கப்பட்ட (cast) பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் கிடைக்கிறது.

கரைசல் பலபடியாக்கல்

ஒருபடியைத் தகுந்த அங்கக நீர்மத்தில் கரைத்து, தகுந்த வேகமாற்றியையும் கலந்து பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது. இம் முறையில் விளையும் பலபடியின் மூலக்கூறு எடை குறைவாகக் காணப்படுவதால், இது அங்ககக் கரைப்பானில் கரைந்து விடுகிறது. பூச்சுகள் கொடுக்க இப் பலபடி கரைசல் பயனுகின்றது.

பால்மம் பலபடியாக்கல்

முதலில் பால்மமாக்கியையும் (emulsifier), நிலைநிறுத்தியையும் (stabiliser) நீரில் கலந்து, பின்பு ஒருபடி நீர்மத்தை இதனுடன் சேர்த்து நன்கு கலக்கவேண்டும். நீரில் கரையவல்ல

ஹைட்ரஜன் பெர் ஆக்ஸைடு (Hydrogen per oxide), பொட்டாசியம் பெர் சல்பேட் (Potassium per sulphate) போன்ற வேகமாற்றியின் துணைகொண்டு உயர்வெப்பத்தில் பலபடியாக்கல் நடைபெறுகிறது. மின் பகுபொருளைச் சேர்த்துப் பால்மத்திலிருந்து பலபடியை வீழ்படிவாகப் பெறலாம். ஆனால், பெயிண்டுகள் தயாரிக்க இப் பலபடி பால்மமாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கலங்கல் பலபடியாக்கல்

ஒருபடியை நீரில் சேர்த்து நன்கு கலக்கவேண்டும். வினையும் கலங்கலை நிலைநிறுத்த, பல்வினைல் ஆல்கஹால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒருபடியில் கரையவல்ல பென்சாயின் பெர் ஆக்ஸைடு போன்ற வேகமாற்றியின் துணைகொண்டு பலபடியாக்கல் நடைபெறுகிறது.

"சிறுமணிப்" பலபடியாக்கல்

இம் முறையில் கிடைக்கும் பலபடி வார்ப்புக்குகந்த தூள்களாகக் காணப்படுகிறது. கலங்கல் பலபடியாக்கல் முறையிலிருந்து சிறிதளவு மாறுபட்ட இம் முறையில், ஒருபடியைக் குறைந்த அளவு நீருடன், தகுந்த உயவுப் பொருளைப் பயன்படுத்திக் கலக்கியில் (Mixer) நன்கு கலக்கப்படும்போது பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்கிறது. ஒருபடியில் அல்லது நீரில் கரையவல்ல வேகமாற்றியைப் பயன்படுத்தவேண்டும். பால்மமாக்கி, நிலைநிறுத்திகள் போன்ற திண்மங்களுக்கு இம் முறையில் வேலை இல்லாததால், இம் முறையில் கிடைக்கும் பலபடி மற்றவற்றைவிடத் தூய்மை மிக்கதாகக் காணப்படுகிறது.

பொதுவாக அக்ரைலிக்ஸின் தன்மைகள் எஸ்டருக்கேற்றவாறு மாறுபட்டிருக்கும். எஸ்டரில் காணும் அல்கைல் (alkyl) பகுதியின் பருமன் அதிகரிக்க, பிசினின் வலிமை, இளகுநிலை குறைந்துகொண்டே போகும். ஏனெனில், பருமன் மிக்க பகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலியின் நெருக்கத்திற்கு இடையூறு விளைவிப்பதால், மூலக்கூறுகளிடையே காணப்படும் ஈர்ப்புவிசை தாழ்ந்து விடுகிறது. விளைவாக பல்மெதில் அக்ரைலேட், பல்யூட்டில் அக்ரைலேட்டைவிட உயர்ந்த இளகுநிலையும், சிறந்த வலிமையும் பெற்றுக் காணப்படுகிறது.

அங்ககக் கண்ணாடியெனச் சிறப்பித்துக் கூறப்படும் பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டின் தலையான பண்பு அதன் ஒப்புயர்வற்ற ஒளிபுகும் தன்மையே. இதன் மேல்விழும் ஒளிக்கதிர் 92 சத

வீதத்திற்கும் அதிகமாகவே இதனுள் புகுந்து செல்லுகிறது. மேலும், வண்ணப் பிளாஸ்டிக்கைப்பெற இதனைச் சாயமேற்றலாம்.

பொதுவாக அமிலங்கள், எரிகாரங்கள் இவற்றால் இப்பிசின் பாதிக்கப்படுவதில்லை. சிறந்த ஆக்ஸிஜனேற்றிகள் கூட இப் பிளாஸ்டிக்கை நிலைபிறக்கம் செய்து கெடுக்கமுடியாது. புறஊதாக் கதிர்களிலும் இப் பிளாஸ்டிக் சீர்குலைவடைவதில்லை. இவ்வியல்புகளின் பொருட்டே, இப் பிளாஸ்டிக் கால மாறுபாட்டிலும், தட்பவெட்ப மாறுதலிலும், ஒளியிலும் கெடாமல் இருக்கின்றது.

ஆனால் அங்கக நீர்மங்களான க்ளோரினேட்டட் ஹைட்ரோ கார்பன்கள், எஸ்டர்கள், கீடோன் போன்றவற்றால் எளிதில் தாக்கப்பட்டு அதன் விளைவாகப் பருத்து, சிலசமயம் கரைந்தும் விடுகிறது.

பயன்கள்

இவ் வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டதுபோல் கண்ணாடி, பல்வேறு துறைகளில் பெற்றிருந்த தனது இடத்தை, ஒளிபுகு தன்மை மிக்க பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டின் அறிமுகம் காரணமாக இழந்து வருகிறது. கண்ணாடி எளிதில் உடைந்துவிடும். மேலும் சிதறவும் செய்யும். இதன் அடர்த்தி எண்ணும் பல்அக்ரைலிக்ஸின் அடர்த்தி எண்ணைவிட அதிகம். கண்ணாடியின் உடைந்த பகுதிகள் கத்திபோன்று கூர்மையாக இருப்பதால் ஆபத்து விளைவிக்கவல்லன. பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் கண்ணாடியைப்போன்றே உடைந்தாலும், சிதறுவதில்லை. மேலும் உடைந்தபகுதிகள் கூர்மையற்றவையாகக் காணப்படுகின்றன.

ஒளிபுகும் தன்மையைப் பெற்ற மற்ற பிளாஸ்டிக்குகளோடு ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால், பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டின் சிறப்பு நன்கு விளங்கும். பல்ஸ்டைரீன் பிளாஸ்டிக் ஒளிபுகும் தன்மையைப் பெற்றிருந்தபோதிலும், அக்ரைலிக்ஸ் பிளாஸ்டிக்கை விட மென்மையும், வலிமையும் குறைவாக உடையது. மாறாக செல்லுலோஸ் எஸ்டர்கள் உயர்வலிமையைப் பெற்றிருந்த போதிலும், இவ்வெஸ்டர்களின் ஒளிபுகும் தன்மை குறிப்பாக புற ஊதாக்கதிரில் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. மேலும், ஒளியில் இவ்வகை பிளாஸ்டிக்கில் நிலைபிறக்கம் ஏற்படுகிறது. பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டுடன் ஒப்பிடும்போது, ஒளிபுகும் தன்மைகொண்ட வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளான

ஃபீனுலிக்ஸூம், யூரியா பிசினும் ஒளிபுகும் தன்மையில் குறைந்தும் இயந்திர இயல்புகளில் தாழ்ந்தும் காணப்படுகின்றன.

பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட்டை ஊற்றி வார்த்து எளிதில் தகடுகளாகப் (Sheets) பெறலாம். இத் தகடுகளை எளிதில் வெட்டவோ, எந்திரத்தில் அறுக்கவோ இயலும். இதனுல் தேவையான வடிவங்கள் கொண்ட பிளாஸ்டிக் பொருள்களை நிர்மாணிக்க முடிகிறது.

காலமாறுதலை எதிர்க்கும் பண்பு காரணமாக, ஒளிபுகு தன்மை மிக்க பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் விமானங்களில் விமானியின் அறையில் காற்றுத் தடுப்பான்கள் கட்டப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. மோட்டார் படகுகளிலும் காற்றுத் தடுப் பான்கள் கட்டப்பயன்படும் இப் பிளாஸ்டிக் மேல்கூரை, லென்சுகள், போலி நகைகள் தயாரிக்க உதவுகின்றது.

மருத்துவத்துறையிலும் இதன்பங்கு குறிப்பிடத் தக்கதாகும். பொதுவாகத் தொண்டை, வாய் போன்ற பகுதிகளை ஒளியின்றி பரிசோதனைசெய்வது கடினம். பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட் பிசினுலான வளைந்த குழாய் வழியே கூட ஒளிபுகுந்து செல்லும் தன்மையுடையதால், இக் குழாய்களின் உதவியால் தேவையான இடத்தில் ஒளியை விழச் செய்யலாம். செயற்கைக் கண்கள் தயாரிக்கவும், போலிப் பல்செட் தயாரிக்கவும் இப் பிளாஸ்டிக் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

அக்ரைலிக் பலபடிகள் பால்மமாகவும், கரைசல்களாகவும் துணி, பேப்பர், தோல் போன்ற பொருள்களுக்கு மேல் பூச்சுக் கொடுக்கப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. அக்ரைலிக் பிசின்கள் துணிகளுக்கு உராய்வைத் தாங்கும் ஆற்றல் அளிக்கின்றன. மேலும், துணிகளை மிகுதியாகச் சுருங்காமல் பாதுகாப்பது மட்டுமின்றி, நுண் கிருமிகளின் தாக்குதலை முறியடிக்கவும் உதவுகிறது.

அக்ரைலிக் பால்மத்தில் உருவாக்கப்பட்ட பெயிண்டுகள், எவ்வளவு முறை தேய்த்துக் கழுவியபோதிலும் நிறமிழக்காமல் பொலிவுடன் காணப்படும். மேலும், ஈரமான பகுதிகளிலும் இப் பெயிண்டைத் தாராளமாகப் பூசலாம்

மேலே கூறப்பட்ட அக்ரைலிக்ஸ் பலபடிகளைத் தவிர, அக்ரைலிக்ஸ் நீட்சிநெகிழிகள் (acrylic elastomer) பெருமள

வுக்குத் தயாரிக்கப்பட்டுப் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அக்ரைலிக் நீட்சிநெகிழிகளில் முக்கியமாகக் கருதப்படுவது அக்ரோ நைட்ரைல் (acronitrile) ப்யூட்டாடையீன் (Buta diene) இணைப்பலபடியாகும். பொதுவாக அக்ரோ நைட்ரைல் ப்யூட்டாடையீன் ரப்பர் எண்ணெயிலும், அங்கக நீர்மங்களிலும் கரையாது. இவ் வெதிர்ப்புத்தன்மை இணைப் பலபடியில் அக்ரோ நைட்ரைலின் அளவைப் பொறுத்தது. இணைப் பலபடியில் அக்ரோ நைட்ரைல் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க, நீட்சி நெகிழியின் நீர், எண்ணெய் எதிர்ப்புத் திறன் கூடுகிறது. ஆனால், கரைதிறன் பாதிக்கப்படுகிறது. அக்ரோ நைட்ரைல் ப்யூட்டாடையீன் நீட்சிநெகிழி இயற்கை ரப்பரைக் காட்டிலும் மேம்பட்ட வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறனும், வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலும், உராய்வு தாங்கும் ஆற்றலும் கொண்டது தார்ப்பாலின்கள் மின்னியல் நாடாக்கள் தயாரிப்பில் இவ்விணை பலபடி பெருமளவுக்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

அக்ரைலிக் இழைகள்

மூலக்கூறு எடை உயர்வாக உள்ள அக்ரோ நைட்ரைல் பலபடியிலிருந்து செயற்கை இழைகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன பிழியப்பட்ட இவ்விழைகள் படிகத்தன்மை யற்று காணப் படுவதால் உறுதியற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவ் விழைகளை இழுத்து நீட்டும்போது படிகத் தன்மை ஏற்பட்டு இவை வலுவடைகின்றன.

சாயப்பொருள்களுடன் இப் பலபடி வினை புரியாததால், வண்ண இழைகளைப்பெற அக்ரோ நைட்ரைலின் இணைப் பலபடியே பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவ்விழைகள் துணிகள் தயாரிக்கவும், கயிறுகள் திரிக்கவும் பயனுகின்றன.

16. ஃப்ளூரோக் கார்பன் பலபடிகள்

(FLUORO CARBON POLYMERS)

பண்டைக் காலத்தில் நமது முன்னோர்கள் மிகுந்த ஆர்வத்துடன் ரசவாத வித்தைமூலம் இரும்பு போன்ற மதிப்பற்ற உலோகங்களை மதிப்பு மிக்க தங்கமாக மாற்ற முயன்றனர் என்றும், அவர்களின் முயற்சிகள் தோல்வியுற்றன என்றும் நாம் படித்திருக்கிறோம். இன்று உலோகங்களின் பற்றாக்குறை காரணமாகப் பல்வேறு துறைகளில் காணப்படும் உலோகங்களுக்கு மாற்றுப்பொருள்களைக் காணவேண்டிய இக்கட்டான நிலையில் நாம் உள்ளோம். மேலும், சில நுணுக்கவேலைப் பாடுகளுக்குத் தேவையான எல்லாவித விரும்பத் தக்க இயல்புகளை உலோகமோ அல்லது உலோகக் கலவையோ பெற்றிருக்கமுடியாது. இந் நோக்கோடுதான் பல உலோக மாற்றுப் பொருள்கள் கண்டறியப்பட்டன. அவற்றில் பிளாஸ்டிக்கும் ஒன்றாகும். கண்டறியப்படும் உலோக மாற்றுப் பொருள்கள், உலோகத்தின் முக்கிய இயல்புகளில் ஒன்றான வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கவேண்டும். எனவே, பாகுபாடின்றி எல்லாப் பிளாஸ்டிக்குகளும் இத்துறையில் இடம் பெறமுடியாது. ஏனெனில், பல்எதிலீன், பல்வினைல் க்ளோரைடு போன்ற பிளாஸ்டிக்குகள் உயர் வெப்பத்தில் சிதைந்து விடுகின்றன என்று முன்பே பார்த்தோம்.

வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பிளாஸ்டிக் இன்றைய விஞ்ஞானத்தில் எத்தகைய சீரும், சிறப்பும் பெற்றுள்ளது என்பதை ஓர் எடுத்துக்காட்டு மூலம் தெளிவாக்கலாம். இன்று மனிதன்

நிலவில் காலடி வைத்துள்ளான். அவனை ஏற்றிச் சென்ற விண்கலம் உலோகத்தால் அல்லது உலோகக் கலவையால் கட்டப்பட்டிருந்தால், மனிதன் நிலவை எட்டிபார்த்திருக்க முடியாது ஏனெனில், விண்கலம் வளிமண்டலத்திற்குள் நுழையும் தறுவாயில் தோன்றும் வெப்பத்தில் உருகிச் சிதைந்து விடும். இந் நிலையில் வெப்பம் தாங்கவல்ல நெகிழிகளே கைகொடுத்து வரலாறு காணாத சாதனையைப் புரிய உதவியது என்பதைப்பற்றி "பிளாஸ்டிக்கின் எழுச்சியும், எதிர்காலமும்" என்ற அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் காணலாம்.

பெரும்பாலும் வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள், வெப்பத்தால் இறுகவல்ல வகையைச் சேர்ந்தவைகளாகும். வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளில், வெப்பத்தைத் தாங்கும் திறன்கொண்ட பலபடிகள் மிகக் குறைவாகும்.

கீழ்க்காணும் தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்பத்தைத் தாங்கும் ஆற்றல்கொண்டு காணப்படுகின்றன.

(1) ஃப்ளூரோ கார்பன் பலபடிகள்.

(2) பல்அசட்டால், பல்கார்பனேட்டுகள், க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட பல்ஈதர்கள்.

இவ்வத்தியாயத்தில் ஃப்ளூரோகார்பன் பலபடிகளின் பயன்கள், சிறப்பியல்புகள், செயல்முறை இவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஃப்ளூரினேற்றப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பலபடியாக்கலடைந்து கிடைக்கும் இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக் அண்மைக் காலத்தில்தான் வாணிக அளவில் கிடைத்துள்ளது.

இரண்டாவது உலகப்போரின் சமயம், அணுசக்தி உற்பத்தி செய்ய உதவும் யுரேனியம் 235-ன் தயாரிப்புக்கென அரிமானத் தன்மைமிக்க வேதியியற் சேர்மங்களைக் கொண்டுசெல்ல, சீரிய வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் மிக்க பொருள்கள் தேவைப்பட்டன. இத் தேவையை, ஃப்ளூரினேட்டட் பலபடிகளில் தனிமதிப்புடன் சிறந்து விளங்கும் பல்டெட்ரா ஃப்ளூரோ எதிலீன் (Poly tetra fluoroethylene) என்ற டெஃப்லான் பிளாஸ்டிக் பூர்த்தி செய்தது.

விமானம்கட்டும் தொழில், மோட்டார் வண்டித் தொழில்களில் பயனாகும் ரப்பர்க் கருவிகளின் ஆயுட்காலம் பெரும்பாலும்

மிகக் குறைவே. குறிப்பாக விமானத்தில், எரிபொருள்கள் கொண்டு செல்லும் ரப்பர்க்குழாய்கள் இவற்றால் (எரிபொருள் களால்) தாக்கப்பட்டு, மேலும் உயப்பொருள்களால் சிதைந்து விடுகின்றன. உயர்வெப்பத்தைத் தாங்கும் திறனும் மிகக் குறைவே. எனவே, இக் குறைபாடுகளற்ற, வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல, செயற்கை ரப்பர்கள் (நீட்சிநெகிழிகள்) கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ் வகையைச் சேர்ந்த சில ப்ளுரோ கார்பன் நீட்சிநெகிழிகளைப் பற்றியும் இந்த அத்தியாயத்தில் படிக்கலாம்.

ஃப்ளுரோ கார்பன் பிளாஸ்டிக்குகள் (Fluoro carbon plastics)

(1) பல்டெட்ரா ஃப்ளுரோ எதிலீன் (Poly tetra fluoro ethylene—PTFE). இதன் பதிவுப்பெயர் டெஃப்லான் (Teflon) ஆகும்.

(2) பல்ட்ரை ஃப்ளுரோ க்ளோரோ எதிலீன் (PolyTri fluoro chloro ethylene—PTFCE).

(3) பல்வினைல் ஃப்ளுரைடு (Poly vinyl fluoride—PVF.)

(4) ஃப்ளுரினேற்றம் செய்யப்பட்ட எதிலீன், ப்ரொப்பிலீன் இணைப் பலபடி (Fluorinated Ethylene, Propylene Copolymer—FEP).

ஃப்ளுரோ கார்பன் செயற்கை ரப்பர்கள்

(1) வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு—ட்ரைஃப்ளுரோ க்ளோரோ எதிலீன் ரப்பர் (Vinylidine fluoride - trifluoro chloro ethylene elastomer).

(2) வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு — ஹெக்ஸா ஃப்ளுரோ ப்ரொப்பிலீன் ரப்பர் (Vinylidine fluoride—Hexa fiuoro propylene elastomer).

(3) ஃப்ளுரினேட்டட் சிலிக்கோன்கள் (Fluorinated silicones).

பல்டெட்ரா ஃப்ளுரோ எதிலீன் —PTFE

இப் பலபடி தயாரிக்கத் தேவையான ஒருபடி (monomer) டெட்ரா ஃப்ளுரோ எதிலீன், பின்வரும் முறையில் க்ளோரோ ஃபார்மிலிருந்து (chloroform) கிடைக்கிறது.

$$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + HF$$

கால்சியம் ஃப்ளூரைடு (ப்ளோர்ஸ்பார்) | கந்தக அமிலம் | கால்சியம் சல்பேட் | ஹைட்ரஜன் ஃப்ளூரைடு

$$CHCl_3 + HF \longrightarrow CHClF_2$$

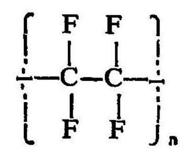
க்ளோரோஃபார்ம் | டைஃப்ளூரோக்ளோரோ மீதேன்

$$2CHClF_2 \xrightarrow{800^\circ C} CF_2 = CF_2 + 2HCl$$

சூழ்நிலை அழுத்தத்தில் வாயுவான டெட்ரா ஃப்ளூரோ எதிலீன் அதிகளவு நீருடன் கலந்து உயர் வழுத்தத்தில் பலபடியாக்கல் செய்யப்படுகிறது இவ்வினையின்போது மிக விரைவாக வெளிப்படும் வெப்பத்தை நீக்கும் பொறுப்பு நீரைச் சேர்ந்ததாகும். பலபடியாக்கல் வினை தனித்தியங்குறுப்பினால் தூண்டப்படுவதால், இத் தனித்தியங்கு உறுப்புகளைத் தரக்கூடிய, நீரில் கரையக்கூடிய, பெர் ஆக்ஸைடு (per oxide) தேவை.

பலபடியாக்கலுக்குப் பயன்படும் ஒருபடி மூலக்கூறு, மாசற்றுத் தூய்மையாக இருத்தல் அவசியம். ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன், க்ளோரின் போன்ற மாசுகள் சிறிதளவு இருப்பினும், பலபடியாக்கல் வினையின் வேகம் தடைப்பட்டு, சில சமயம் தேவைக்கும் குறைவான மூலக்கூறு எடை கொண்ட பலபடிகள் கிடைக்கும். பலபடியாக்கல் முறைக்கேற்றவாறு டெஃப்லானைத் தூள்களாகவும், குழம்பாகவும் (dispersion) பெறலாம். நிலைநிறுத்திகள் துணையுடன் நிலைக்கச் செய்யப்பட்ட பலபடிக் குழம்பு புறப்பூச்சுகள் கொடுக்கப் பயன்படுகிறது. 'டெஃப்லான்' தூள்களை நன்கு கழுவி, உலர்த்திய பின்பு தகுந்த செயல்முறைக்குட்படுத்தலாம்.

அமைப்பு

$n\ CF_2 = CF_2 \longrightarrow$ 

பல்எதிலீனின் அமைப்பையொத்த இப் பலபடி முற்றிலும் ஃப்ளூரினேற்றம் செய்யப்பட்டதாகும். இப் பலபடியில் காணப்படும் C—F பிணைப்பு மிக்க வலிமையுடையது கார்பன், ஃப்ளூரின் அணுக்கள் இரண்டும் பருமனில் ஒன்றை ஒன்று ஒத்து-

அதாவது இரண்டு அணுக்களும் கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவு பருமன் கொண்டு காணப்படுவதால், பலபடிச் சங்கிலிகள் நெருக்கமாக அமைந்து PTFE-க்குப் படிகத்தன்மையைக் கொடுக்கிறது. விறைப்புமிக்க இப் பலபடிச் சங்கிலியில் கார்பன் அணுக்களைச்சுற்றிலும் ஃப்ளுரின் அணுக்கள் சூழ்ந்து காணப்படுகின்றன. மூலக்கூறு எடை 5×10^5 முதல் 5×10^6 வரை காணப்படும் டெஃப்லானின் படிகத்தன்மை சுமார் 90 சதவீதம் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

தன்மைகள்

300°C வரை வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல இப் பலபடியின் வலிமை உயர் வெப்பத்திலும் தாழ்வடைவதில்லை. உராய்வு எதிர்ப்புத் திறன்மிக்க, PTFE-யைத் தாக்கவல்ல நீர்மம் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப் படவில்லை என்று கூறுமளவுக்குச் சிறப்புற்றது இதன் வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன். அமிலம், எரிகாரம், அங்கக நீர்மங்கள் போன்றவற்றால் இப் பிசின் தாக்கப்படுவதும் இல்லை, அவற்றில் கரைவதும் இல்லை. எரிகாரவகை உலோகங்களாலும் (alkali metals), க்ளோரினாலும், க்ளோரினைக்கொண்ட சேர்மங்களாலும் மட்டுமே PTFE தாக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறனை இதன் சிறப்பியல்பு என்று கருதினாலும், இதனால் சில சங்கடங்களும் உள்ளன. இப் பிளாஸ்டிக் பகுதிகளை ஒருங்கிணைத்துத் தேவையான வடிவில் பெறுவது எளிதான செயல் அல்ல. பல்வேறு பகுதிகளை ஒட்டவைக்க பிசுக்குத்தன்மை (tacky) மிக்க பசையைப் பயன்படுத்தினாலும் தோன்றும் ஒட்டு வலிவற்றதாகக் காணப்படுகிறது. ஆகையால், தற்சமயம் இப் பிளாஸ்டிக்கின் புறப்பரப்பை எரிகாரவகை உலோகத்துடன் வினைபுரியச் செய்து அதன் விளைவாகத் தோன்றும் ஒட்டும் தன்மையுடைய புறப்பரப்பில் சாதாரண வகைப் பிசின்களைத்தடவி பலவேறு பகுதிகளில் ஒட்டு ஏற்படுத்துகின்றனர்.

மேலே கூறப்பட்ட வெப்பம் தாங்கும் திறனும், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறனும் PTFE-க்கு அதன் அமைப்பால், அமைப்பில் காணப்படும் வலிமைமிக்க C—F இணைப்புகளால்தான் விளைகின்றன என கூறத் தேவையில்லை.

PTFE-ன் சிறந்த மின்னியல்பு குறிப்பிடத்தக்க அம்சமாகும். இப் பிசினில் உயர்வெப்ப நிலையிலும் மின்னிழப்பு ஏற்படுவது இல்லை. இதே போன்று உயர் அதிர்வெண் கொண்ட மின்னோட்டத்திலும் காணும் மின்னிழப்பு மிகமிகக்

குறைவாகும். அதிர்வெண் 60 சைக்கில்ஸ் (cycles)-க்குக் கீழே இருந்து 3000 மெகா சைக்கில்ஸ் (mega cycles)-க்கு மேலும் உள்ள மின்னோட்டத்திலும் இப் பிசினின் மின்னிழப்பு எண் ·0003-க்கும் குறைவெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மின்வில் சுடர் எதிர்ப்பு (arc resistance) மிக்க இப் பிசினில் மின்வில்சுடர் ஏற்படும்போது, பிசின் சிதைவுற்று வாயுப்பொருள்களை வெளியிடுவதால், இதன்மேல் கரித்தடம் (Carbonised tracks) ஏற்படுவதில்லை.

செயல்முறை

வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்குகந்த பீச்சி வார்த்தல் முறை, பிழிந்து வார்த்தல் முறை முதலியன வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளில் ஒன்றான PTFE-க்குப் பொருந்தாது. இதற்கான காரணங்கள் இரண்டு. (1) இப் பிசினின் மிகஉயர்ந்த மூலக்கூறு எடை காரணமாக, உருக்கப் பட்ட பிசினின் பாகுத்தன்மை அளவுக்கு மீறி அதிகமாகக் காணப்படுவதால் செயல்முறை தடைப்படுகிறது. (2) இப் பிசினை மென்மையூட்டவும் முடியாது. இதுநாள் வரை இப் பிசினுக்குகந்த மென்மையூட்டிகள் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்குப் பயனாகும் செயல்முறையும் எளிதில் இதற்குப் பொருந்தாது.

எனவே, இப் பிசின்களைச் செயல்முறையாக்க முதலில் சூழ்நிலை வெப்பத்தில் உயர்வழுத்தத்தில் தேவையான அளவில் கட்டியாகத் தயாரிக்கவேண்டும். இதனை ஆங்கிலத்தில் (pre-forming) அல்லது (billeting) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. பின்பு இரண்டாவது கட்டமாக இதனைச் சுமார் 375°C-க்கு சூடேற்ற, கட்டியில் தனித்துக் காணப்படும் தூள்கள் ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்டி இணைக்கின்றன. சின்டெரிங் (sintering) என்று வழங்கப் படும் இக் கட்டம் சூழ்நிலை அழுத்தத்தில் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயர் அழுத்தத்தில் நிகழ்கிறது. பிறகு தேவையான வடிவத்தின் வார்ப்பாகப் பெற்று, மூன்றாவது கட்டத்தில் குளிர வைக்கப்படுகிறது. செயல்முறையில் இக்கட்டம் மிக முக்கியத் துவம் கொண்டது. ஏனெனில், செயல்முறைக்குட்படுத்தாத பலபடி மட்டுமே மிக உயர்ந்த சதவீத படிகத்தன்மையுடன் காணப்படுகிறது. ஆனால், செயல்முறையின் சதவீதப் படிகத் தன்மை, அதனை செயல்முறையின்போது குளிர வைக்கும் விதத்தையும் நேரத்தையும் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. ஒரு நிமிஷத்திற்கு ·1°C என்ற அளவில் குளிர வைக்கப்பட்ட பலபடியின்

படிகத்தன்மை 78% எனக் கணக்கிடப்படுள்ளது. ஆனால், நீரில் அமிழ்த்தி உடனே குளிரவைக்கப்பட்ட பிசின் 50% படிகத்தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. படிகத்தன்மையை உயர்த்தும் போது வளைவியல் வலு (flexural strength) உயர்கிறது. ஆனால் தாக்குவலிமை (impact strength), வாயு புகுந்து செல்லும் திறன் போன்றன வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே, படிகத்தன்மையின் அளவுக்கும், பிசினின் இத்தகைய இயல்புகளுக்குமிடையே காணப்படும் உறவைச் செயல்முறையாளர்கள் அறிந்திருக்கவேண்டும்.

PTFE-ன் தற்கொண்மை (Specific volume) 18°C—23°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள் ஏறக்குறைய ஒரு சதவீத அளவு உயர்ந்து காணப்படுகிறது. செயல்முறையில் ஈடுபட்டிருப்பவர்கள் இதைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஏனெனில், இடைநிலை வெப்பத்திற்குக் (Transition temperature) கீழே உருவாக்கப்பட்ட பொருளை, இடைநிலை வெப்பத்திற்கு மேலேயுள்ள வெப்பநிலையில் பயன்படுத்தினால், வரம்பை மீறிய அளவில் பரிமாண மாறுதல் ஏற்பட்டுப் பொருளுக்குக் கேடு விளைவிக்கிறது. இதே கூற்று இடைநிலை வெப்பத்திற்கு மேல் தயாரிக்கப்பட்டு, இவ்வெப்பத்தைவிடத் தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் பயன்படுத்தினாலும் பொருந்தும்.

பல்ட்ரை ஃப்ளுரோ க்ளோரோ எதிலீன் —PTFCE.

ட்ரைஃப்ளுரோ க்ளோரோ எதிலீன் பலபடியாக்கலடைந்து இப் பிசின் கிடைக்கிறது. ஹெக்ஸாக்ளோரோ ஈதேனிலிருந்து (Hexachloro ethane) ஒருபடி கீழ்க்கண்டவாறு தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$\underset{\text{ஹெக்ஸாக்ளோரோ ஈதேன்}}{Cl_3C - C\,Cl_3} \xrightarrow{\text{நீரற்ற HF}} C\,Cl_2F - CF_2Cl$$

$$\xrightarrow[\text{எதில் ஆல்கஹாலில் துத்தநாகம்}]{\text{கொதிக்கும்}} C\,ClF = CF_2$$

$$n\ \ C\,ClF = CF_2 \xrightarrow{\text{பலபடியாக்கல்}} \left[\begin{array}{c} \ \ Cl\ \ \ F \\ \ \ |\ \ \ \ | \\ -C-C- \\ \ \ |\ \ \ \ | \\ \ \ F\ \ \ \ F \end{array}\right]_n$$

PTFE பலபடியாக்கல் முறையைப் பின்பற்றித் தயாரிக்கப்படும் பல்ட்ரைஃப்ளூரோ க்ளோரோ எதிலீனின் அடிப்படைக் கூறில் மூன்று ஃப்ளூரின் தொகுதிகளும், ஒரு க்ளோரின் தொகுதியும் உள்ளன. க்ளோரின் தொகுதி ஃப்ளூரின் தொகுதியை விட உருவத்தில் பெரியது. அதனால், வேறுபட்ட பருமனுடைய தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலியில் காணப்படுவதால் PTFEயைப் போன்ற நெருக்கமான அமைப்பு இப் பலபடியில் காண முடியாது. இதனால் PTFCE-ன் படிகத்தன்மை PTFEஐவிடக் குறைந்து காணப்படுகிறது. மேலும், இப் பலபடியின் அமைப்பின் காரணமாக வெப்பத்தைத் தாங்குமாற்றலும், வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறனும் PTFE-யைவிடக் குறைவு. எனவே, PTFE-யை விட எளிதில் இளகவல்ல பல்ட்ரை ப்ளூரோ க்ளோரோ எதிலீனை, பீச்சி வார்த்தல் பிழிந்து வார்த்தல் போன்ற முறைகளில் செயல்முறை யாக்கலாம்.

PVF எனப்படும் பல்வினைல் ஃப்ளூரைடு பிளாஸ்டிக்கை வினைல் ஃப்ளூரைடிலிருந்து தகுந்த வேகமாற்றியின் துணை கொண்டு தயாரிக்கலாம். இப் பிசின் உயர்ந்த உருகுநிலையையும், வேதியியல் திறனையும் கொண்டது.

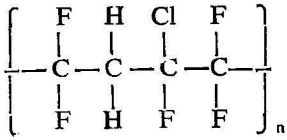
FEP எனப்படும் இணைப்பலபடி டெட்ரா ஃப்ளூரோ எதிலீன், ஹெக்ஸா ஃப்ளூரோ ப்ரொப்பிலீனிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. முற்றிலும் ஃப்ளூரினேற்றம் செய்யப்பட்ட இவ் விணைப் பலபடி, PTFE-ன் அமைப்பை யொத்துக் காணப்படுவதால், இதனைப் போன்று வெப்பம் தாங்குமாற்றலுடையது. FEP-யின் மூலக்கூறு எடை PFTE-யை விடத் தாழ்ந்து காணப்படுவதால், உருக்கிய பிசினின் பாகுத் தன்மையும் தாழ்ந்து இருக்கிறது. இப் பிளாஸ்டிக்கைப் பீச்சி வார்க்கலாம். பிழிந்தும் வார்க்கலாம். வெப்பம் தாங்கும் திறன் PTFEஐவிடச் சற்று குன்றிக் காணப்பட்டாலும், இப் பிளாஸ்டிக்கை எளிதில் செயல் முறையாக்க முடிவதால், PTFE வார்ப்புகள் தேவைப்படும் இடங்களில் எல்லாம் இது பதிலீடு செய்து வருகிறது.

ஃப்ளூரோ கார்பன் நீட்சி நெகிழிகள்

வினைலிடன் ஃப்ளூரைடு—க்ளோரோ ட்ரை ஃப்ளூரோ எதிலீன் இணைப்பலபடிகள்

$$CF_2 = CH_2 \quad + \quad ClF\,C = CF_2 \xrightarrow{\text{பலபடியாக்கல்}}$$

வினைலிடன் ஃப்ளூரைடு — ட்ரை ஃப்ளூரோ க்ளோரோ மீதேன்



பலபடிச் சங்கிலியில் காணப்படும் C—H பிணைப்புகள். C—F பிணைப்புகளைவிடக் குறைந்த வலுக்கொண்டதால், இப் பலபடி விறைப்பின்றி, வளைப்புத்திறன் பெற்று நீட்சி நெகிழி யாகப் பயன்படுகிறது. இவ்விணைப் பலபடிகள் Kel-F செயற்கை ரப்பர்கள் என்று வழங்கப்படுகின்றன. Kel-F 5500 என்ற நீட்சி நெகிழியல் வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு 50 சதவீதமும், க்ளோரோ ட்ரைஃப்ளுரோ எதிலீன் 50 சதவீதமும் உள்ளன. இவ் வகைச் செயற்கை ரப்பர் வீரியமிக்க நைட்ரிக் அமிலம் போன்ற ஆக்ஸிஜனேற்றியில்கூடக் கெடாது. சுடர் எதிர்ப்புத் திறனோடு கூடிய இந் நீட்சிநெகிழி ஹைட்ரோ கார்பன் எரி பொருளாலும், ஓசோனாலும் (Ozone) தாக்கப்படுவதில்லை. ஆதலால் தான் விமானத்தில் இவ்வகைக் குழாய்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. Kel-F 3700 என்ற ரப்பரில் வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு 70 பங்கும், க்ளோரோ ட்ரைஃப்ளுரோ எதிலீன் 50 பங்கும் உள்ளன.

பொதுவாக, ரப்பரைப் போன்று இந்நீட்சி நெகிழிகளில் குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் தேவையான அளவுக்கு ஏற்படுத்தும் பொருட்டு பெர்ஆக்ஸைடுகள், அமின்கள் போன்ற சேர்மங் களின் உதவியால் பக்குவமாக்க வேண்டும்.

வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு—ஹெக்ஸாஃப்ளுரோ ப்ரொப்பிலீன் இணைப் பலபடிகள்

இவ் வகை நீட்சிநெகிழிகள் விட்டான்கள் (Vitons), ஃப்ளோரல் Fluorel) என்ற பெயர்களில் விற்கப்படுகின்றன டூபாண்ட் கம்பெனியாரால் சூட்டப்பட்ட பெயர் விட்ரான்கள். மின்னசோட்டா மைனிங் & மேனுபாக்சரிங் கம்பெனியாரால் (Minnesota Mining & Manufacturing Co., Ltd) தயாரிக்கப்பட்டு வெளிவந்த நீட்சி நெகிழியின் பெயர் ஃப்ளோரல் ஆகும்.

வினைலிடீன் ஃப்ளுரைடு, ஹெக்ஸாஃப்ளுரோ ப்ரொப்பிலீன் இவை இரண்டும் P பெர்சல்பேட்—பைசல்பைட், ஏற்ற ஒடுக்க வேகமாற்றியின் முன்பு (Redox catalyst) பலபடியாக்க லடைகிறது. சோடியம் க்ளோரைடு அல்லது ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துப் பால்மத்திலிருந்து இணைப் பலபடியை வீழ்படிவாகச் செய்ய வேண்டும்.

அமின்களின் உதவியால் இவ்விணைப்பலபடி பக்குவமாக்கப் படுகிறது. காற்றிலும், எண்ணெயிலும் கெடாத இந்நீட்சி நெகிழி வெப்பத்தைத் தாங்கவல்லது, வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறனும் கொண்டது.

ஃப்ளூரினேட்டட் சிலிக்கோன் ரப்பர்

சிலிக்கோன் ரப்பர் பொதுவாகச் சில கரிம நீர்மங்களில் பருத்து விடுகிறது. மேலும், விமானங்களில் பயனாகும் ஹைட்ரோ கார்பன் எரி பொருள்களால் தாக்கப்படுகிறது. இக் குறைபாடு களைந்தெறிய, தகுந்த முறையில் சிலிக்கோன் ரப்பர் ஃப்ளூரினேற்றம் செய்யப்பட்டு, பின்பு பெர் ஆக்ஸைடைப் பயன்படுத்திப் பக்குவமாக்கப்படுகிறது.

பயன்கள்

PTFE அதன் சீரிய பண்புகளின் விளைவாக, மின்னியல், வேதியியல், பொறியியற் தொழில் துறைகளில் மிகுதியாகப் பயனாகிறது. PTFE-ன் வெப்பம் தாங்குமாற்றலைப் பயன் படுத்தி மின்காப்பான்கள் தயாரிக்கப்படுகிறது. இத் துறையில் பீங்கானை (ceramics) விட இப் பலபடி சிறப்புறப் பணியாற்று கிறது.

எளிதில் ஒட்டிக் கொள்ளாத தன்மை, தாழ்ந்த உராய்வுக் குணகம் (Low coefficient of friction) இவற்றின் விளைவாகப் பிஸ்டன் வளையங்கள், தாங்கிகள் (bearings) போன்றவை தயாரிக்க PTFE பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், மின்னணு வியலில் காணப்படும் பல்வேறு உறுப்புகள் தயாரிக்கவும், சோதனைச் சாலைக்கான கருவிகள் தயாரிக்கவும் இதன் பயன் குறிப்பிடத் தக்கதாகும். PTFE-ன் தாழ்ந்த உராய்வுக் குணகத்தின் விளைவாக, இப் பிளாஸ்டிக்கால் தயாரிக்கப்பட்ட இயங்கு பொருள்கள் உயர் வெப்பநிலையிலும்கூட மசகெண்ணெய் (lubricant) துணையின்றி இயங்குகின்றன.

நுண் அலைச் (micro wave) சாதனங்கள், உயர் அதிர்வெண் கொண்ட மின்னோட்டச் சாதனங்கள் ஆகியவற்றின் கட்டு மானத்திற்கு PTFE-ன் பணி சிறப்புமிக்க தொன்றாகும்.

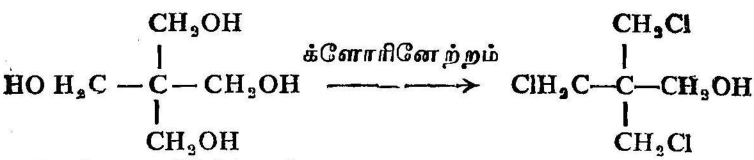
மிகுந்த அரிமானத் தன்மை கொண்ட சேர்மம்கூட PTFCE-ல் கேடு விளைவிக்க முடியாது. எனவேதான் இப் பலபடி வேதியியல் தொழில் துறையில் மிகுதியாக இடம் பெறுகிறது.

17. க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்கள், பல்அசட்டால், பல்கார்பனேட்டுகள்

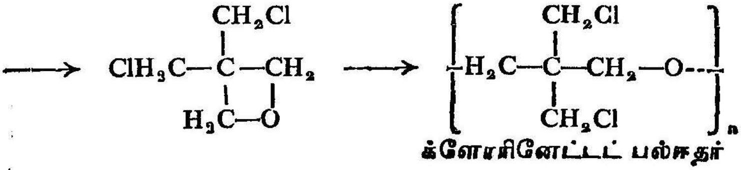
(CHLORINATED POLYETHERS, POLYACETAL AND POLYCARBONATES)

க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்கள் என்று வழங்கப்படும் க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட பல்ஈதர்கள் 1959-ல்தான் அமெரிக்காவில் தொழில் அளவில் தயாரிக்கப்பட்டன. இவ்வகைப் பலபடியைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி 1950-ல்தான் தொடங்கியது. 'பெண்டன்' (Penton) என்ற பெயரில்தான் அமெரிக்காவில் இப் பலபடி விற்கப்படுகிறது.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வழிமுறையைப் பின்பற்றி பெண்டா எரித்ரிட்டால் என்ற சேர்மத்திலிருந்து க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதரைப் பெறலாம்.



பெண்டா எரித்ரிட்டால்
(Penta Erythritol)



க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்

இப் பலபடியில் எண் சராசரி 250 முதல் 350,000 வரை காணப்படுகிறது.

விற்பனையாகும் பலபடியில் க்ளோரினின் எடை சுமார் 46 சதவீதம் இருக்கும். க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர் நீண்ட சங்கிலி அமைப்புக்கொண்ட பலபடியாகும். இப் பலபடிச் சங்கிலியில், க்ளோரினைத் தாங்கும் க்ளோரோ மெதிலீன் தொகுதிகள் ஒழுங்காக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. படிகத்தன்மையை ஒழுங்கமைப்பின் காரணமாகப் பெறும் இப் பலபடி உயர் வெப்பத்தில் பல்வினைல் க்ளோரைடைப்போல், ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறை இழந்து நிலையிறக்கம் அடைவதில்லை. உயர் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையுடன் கூடிய இப் பலபடியின் மற்றொரு சிறப்பு அம்சம், டெஃப்லானைப் போலன்றி இதனை ஊற்றி வார்க்கவோ, பீச்சி வார்க்கவோ முடியும்.

சில வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழிகள், குறிப்பாக நைலான் போன்றவை, வார்ப்பச்சில் குளிரும்போது பரிமாணச் சுருக்கம் அடைகின்றன. இதற்குக் காரணம் பலபடி நீர்மத்தின் கனஅளவு (Volume), திடப் பிளாஸ்டிக்கின் கனஅளவைவிட அதிகமாகக் காணப்படுவதேயாகும். குளிரும்போது ஏற்படும் கனஅளவு மாற்றத்தின் விளைவாகச் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது. க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்களில், திரவ நிலையிலிருந்து திட நிலையை அடையும்போது ஏற்படும் கனஅளவு மாற்றம் மிகமிகக் குறைவாகும். எனவே, பரிமாணச் சுருக்கம் அடையாத இப் பலபடி வார்ப்புகள் கட்டுமானத்திற்கு (Fabrication) உதவுகின்றன.

க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்களாலான பொருள்கள் உயர்ந்த பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதரைக் குளிரச் செய்தால் படிகமற்ற தன்மையிலிருந்து சீராகப் படிகத்தன்மையைப் பெறுகிறது. இதன் விளைவாகச் சில பிசின்களைப்போல் இப் பலபடியில் குளிரும்போது உள் தகைவு ஏற்படுவதில்லை.

சிறந்த மின்னியல்பும், வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறனும் பெற்ற இப் பலபடி நீரில் கெடாது. எனவேதான் இதன் உயர் விலையையும் பொருட்படுத்தாமல், வலிமைமிக்க, நுணுக்க மிகுந்த வார்ப்புகள் தயாரிப்பில் இதன் உதவியை நாடவேண்டியுள்ளது. எஃகினாலான வினைக்கலங்களில் சில வேதியியற் சேர்மங்களை வைத்திருக்கவோ, அல்லது அதனுள் வினை நிகழச் செய்யவோ முடியாது. ஏனெனில், இக் கலம் சேர்மங்களால் தாக்கப்பட்டு,

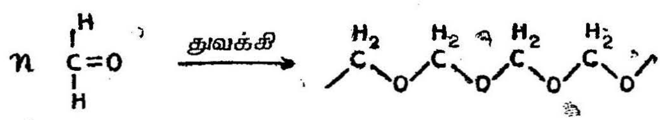
உறுதியை இழந்துவிடுகிறது. குறிப்பாக, உயர் வெப்பத்தில் அர்மானத்தன்மைமிக்க வேதியியற் சேர்மத்தால் எஃகு தாக்கப்பட்டு, பெருங்கேடுக்குள்ளாகிறது. இதனைத் தவிர்க்க வினைக் கலத்தின் உள்ளுறை (lining) யாக க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர் தகடுகள் கொடுக்கப்படுகின்றன.

பல்அசட்டால்

ஃபார்மால்டிஹைடின் பலபடிகளும், அதன் இணைப் பலபடிகளும் பல்அசட்டால் என்று வழங்கப்படுகின்றன.

வினைத்திறன்மிக்க மூலக்கூறான ஃபார்மால்டிஹைடின் பலபடிகள் 1859 யிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஆனால், இப் பலபடிகள் 150°C வெப்பத்தில் உருகி ஒருபடியாக மாற்றப்பட்டன. 1920-ல் ஸ்டௌடிங்கர் (Staudinger) என்ற விஞ்ஞானியின் ஆராய்ச்சியின் விளைவாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஃபார்மால்டிஹைடு பலபடி, சூழ்நிலை வெப்பத்தில் நீர்மங்களில் கெடாமல் இருந்தது. ஆனால், வெப்பத்தைத் தாங்கமுடியாமல், சிதைந்து போயிற்று.

டூபாண்ட் டெ நெமோர்ஸ் (E. I. Dupont de Nemours) என்ற ஸ்தாபனத்தில் நடைபெற்ற இடைவிடாத ஆராய்ச்சியின் பயனாக வெப்பத்தைத் தாங்கவல்ல பல்அசட்டால் பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இப் பலபடி ஆக்ஸிமெதிலீன் தொகுதிகளைக்கொண்ட நீண்ட சங்கிலி ஆகும்.



இப் பலபடியின் மூலக்கூறு எடை சுமார் 20,000 ஆகும். பலபடியின் வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலை மேலும் உயர்த்த, பலபடியின் முடிவில்-பலபடி மூலக்கூறின் முடிவில் - காணப்படும் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியை எஸ்டர் ஆக்கம் செய்யப்படுகிறது. பெரும்பாலும் அசடேட் எஸ்டராகவே மாற்றப்படுகிறது.

பல்அசட்டால் பலபடியாக்கல் கருக்கவர் வினைப்பொருள், (Nucleophilic Reagent), எலக்ட்ரான் கவர் வினைப்பொருள் (Electrophilic Reagant), அமிலம், காரம், அமின்கள் போன்ற துவக்கிகளின் உதவியால் நிகழ்கிறது.

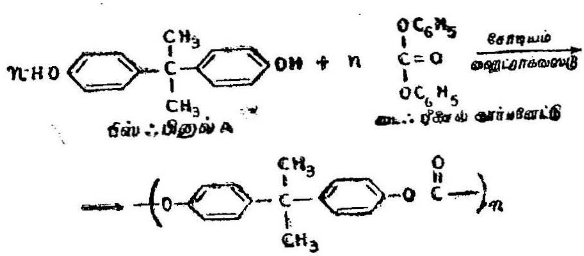
ஃபார்மால்டிஹைடை, எதிலீன் ஆக்ஸைடுடன் கலந்து பலபடியாக்கப்பட்டு, விளையும் இணைப் பலபடி அமெரிக்காவில் செல்கான் (Celcon) என்ற பெயரில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. டெல்ரின் (Delrin) என்ற பெயர் ஃபார்மால்டிஹைடின் பலபடிக்குச் சூட்டப்பட்டுள்ளது.

கட்டுமானப் பொருள்களாக (Structural materials) உலோகங்களுக்குப் பதிலாகப் பயனாகும் பிளாஸ்டிக் அதன்மேல் ஏற்றப்படும் சுமையைத்தாங்கத் தேவையான வலிமை பெற்றிருக்க வேண்டும். பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையில் மாறுதல் ஏற்படக் கூடாது. பல்அசட்டால் மேற்சொன்ன இயல்புகளுடன் சீரிய மின்னியல்புகளும் வேதியியற் எதிர்ப்புத் திறனும் பெற்றுள்ளது உராய்வைத் தாங்கவல்ல இப் பலபடி புறஊதாக் கதிர்களால் நிலைகுலைவதில்லை. மேலும், இதன் இயல்புகள் வெப்ப மாறுதலால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

கட்டடக் கலையிலும், மோட்டார் வண்டித் தொழிலிலும் அறிமுகம் பெற்றுள்ள இப் பலபடி (பல்அசட்டால்), அதன் சீரிய பண்புகள் காரணமாக, சிறப்பான வளமிக்க எதிர் காலத்தைப் பெற்றுத் திகழும் என்பதில் ஐயமில்லை.

பல்கார்பனேட் (Polycarbonate)

1956-க்குப் பின்புதான் பல்கார்பனேட்டுகள் வாணிக அளவில் தயாரிக்கப்பட்டன. தொழில் துறைக்குப் பொருத்த மான பலபடி பிஸ் ஃபீனல் A (Bis phenol A) யிலிருந்து



பல்கார்பனேட்

தயாரிக்கப்படுகிறது. முதல் முறையில் பிஸ் ஃபீனல் A-டை ஃபீனைல் கார்பனேட் (Diphenyl carbonate) கலவையை 230°C வெப்பநிலையில் வைத்து, வினைக்கலத்தின் அழுத்தத்தை 30 mm Hg-க்குக் குறைக்கவேண்டும். இதனால், வினையின்போது

வெளிவரும் ஃபீனுல் வடித்தெடுக்கப்படுகிறது. ஃபீனுலை நீக்கிய பின்பு வெப்பநிலையை 290°—300°C-க்கு உயர்த்த வேண்டும். எஸ்டர் மாற்றல் என்ற இம் முறையில், சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு காரம் வேகமாற்றி ஆகும். வினைக்கலனில் பலபடி திண்மமாக மாறுவதற்கு முன்னமே, நீர்ம நிலையிலே, பலபடியாக்கல் நிறுத்தப்பட்டு, பின்பு பிழிந்து வார்த்தல் முறையில் செயல்முறை யாக்கப்படுகிறது.

இரண்டாவது முறையில் பிஸ்ஃபீனுல் A ஐச் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடுடன் கலந்து டை சோடியம் உப்பாக மாற்றிக் கொண்டு, பின்பு கார்பானில் க்ளோரைடுடன் கலந்து சுருக்க வினை நிகழச் செய்யவேண்டும். இம் முறையில் 20°—30°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள் பலபடியாக்கல் நிகழ்கிறது. மேலும், இம் முறையில் கிட்டும் பலபடி மூலக்கூறின் எடையைத் தேவைக்கேற்றவாறு கட்டுப்படுத்த முடியும்.

பல்அசட்டால், க்ளோரினேட்டட் பல்ஈதர்கள் போலவே பல்கார்ப்பனேட், சிறந்த வலிமை, மின்காப்புத்திறன், வெப்பம் தாங்கும் திறன்மிக்க பலபடியாகும்.

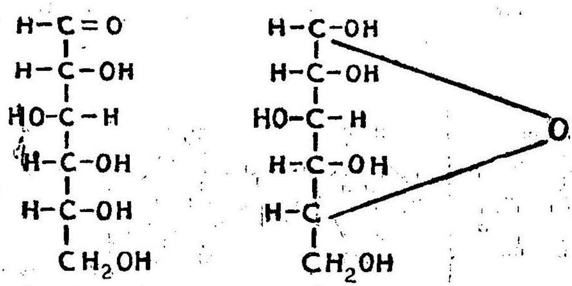
18. செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள்

(CELLULOSICS)

செல்லுலோஸ் என்ற இயற்கையில் கிடைக்கும் பலபடியைத் தருந்த வேதியியல் வினைகள் மூலம் திருத்திக் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக்குகளே செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள். இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்குகளில் மிகத் தொன்மையானதும் முதன்மையானதுமான செல்லுலாய்டு (celluloid), செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டைச் (cellulose nitrate) சூடத்தில் கரைத்துக் கிடைக்கும் திடக் கரைசல் (solid solution) ஆகும். 1833-ல் அறிமுகமான செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டை, 1855-ல்தான் அலெக்சாண்டர் பார்க்ஸ் (Alexander Parkes) என்ற விஞ்ஞானி பயன்படுத்திச் செல்லுலாய்டு பிளாஸ்டிக்கைத் தயாரித்தார். தொடக்கக் காலத்தில் 'பார்கிஸைன்' (Parkesine) என்று வழங்கப்பட்டுவந்து, 'செல்லுலாய்டு' என்ற பெயரை இப் பிளாஸ்டிக் 1865-க்குப் பின்னரே பெற்றது. இதற்கு 'சைலோநைட்' (Xylonite) என்ற மற்றொரு பெயரும் உண்டு.

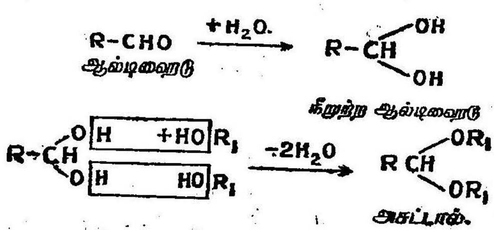
செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் தயாரிக்கத் தேவையான மூலப் பொருள் செல்லுலோஸ், பஞ்சிலிருந்தும், மரத்திலிருந்தும் கிடைக்கிறது. பஞ்சின் குட்டை இழைகளிலிருந்து (cotton linters) கிடைக்கும் செல்லுலோஸை அடிப்படையாகக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகளின் மேம்பட்ட ஒளிபுகும் தன்மையின் காரணமாக, பஞ்சின் குட்டை இழைகளே இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கச் சிறந்த மூலப்பொருள்களாகும். பஞ்சு இழைகளில் தொண்ணூறு சதவீதம் செல்லுலோஸ், மீதி பத்து சதவீதம் மெழுகு, கொழுப்பமிலங்கள், சாயப் பொருள்கள் போன்றன அடங்கியுள்ளன. பஞ்சு இழைகளை நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடுடன் நன்கு கலக்கி, தூய்மைமிக்க செல்லுலோஸைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும்.

செல்லுலோஸின் விகித வாய்பாடு (emphirical formula) $C_6H_{10}O_5$. க்ளூக்கோஸ் (Glucose), டெக்ஸ்ட்ரின் (Dextrin), ஸ்டார்ச் (Starch) இவற்றின் விகித வாய்பாடும் இதுவேயாகும். மேலே கூறப்பட்ட நான்கு சேர்மங்களும் தாவரங்களில், புறஊதாக் கதிர்களின் உதவியால் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும், செல்லுலோசைக் கந்தக அமிலத்தில் கொதிக்க வைத்தால், செல்லுலோஸ் நிலையிறக்கமடைந்து க்ளூக்கோஸ், டெக்ஸ்ட்ரீன் இரண்டையும் தருகிறது. பெரிதும் ஒத்துக்கொள்ளப்பட்ட க்ளூக்கோஸ் அமைப்புக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

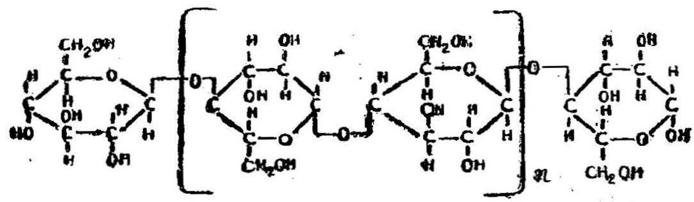


ஃபிஷர் வாய்பாடு — நவீன வாய்பாடு

க்ளூக்கோஸ் ஆல்கஹாலாகவும், ஆல்டிஹைடாகவும் செயல்படுகிறது. ஆல்டிஹைடின் தன்மைகளில் முக்கியமான தோன்று அசட்டால் (acetal) உண்டாகும் வினைச்செயல் ஆகும். இவ் வினையில் நீர் மூலக்கூறு ஒன்றைத் தன்னகத்தே எடுத்துக் கொண்டு ஆல்டிஹைடு, நீருற்ற (Hydrated) மூலக்கூறாக மாறுகிறது. இது பின்பு இரண்டு ஆல்கஹால் மூலக்கூறுகளுடன் வினைபுரிந்து, இவ் வினையின்போது இருநீர் மூலக்கூறுகளை இழந்து, அசட்டால் என்ற சேர்மத்தைத் தருகிறது. ஆல்டிஹைடைப் பொதுவாக R—CHO என்று எழுதி, அசட்டால் தோற்றத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள க்ளுக்கோசின் நவீன வாய்பாடி லிருந்து அது ஒருபாதி அசட்டால் என்பது நன்கு புலப்படும். அதாவது க்ளுக்கோசில் உள்ள நீறுற்ற அல்லது நீரேற்றப் பட்ட ஆல்டிஹைடு தொகுதியில் பாதி, க்ளுக்கோசில் உள்ள ஆல்கஹாலிக் தொகுதிகளில் (ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளில்) ஒன்றுடன் சுருங்கி, விளைவாக ஒரு நீர் மூலக்கூறை இழந்து பாதி அசட்டால் கிடைக்கிறது. ஆகையால், க்ளுக்கோசில் உள்ள மறுபாதியான நீறுற்ற ஆல்டிஹைடு தொகுதி வேறு க்ளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளிலுள்ள ஆல்கஹால் தொகுதியுடன் சுருங்குகிறது. இத்தகைய வினைமூலம் க்ளுக்கோஸ் கூறுகள் ஒன்றோடு ஒன்று சங்கிலித் தொடராக இணைக்கப்பட்டுச் செல்லுலோஸ் பலபடி கிடைகிறது. செல்லுலோஸ் அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



செல்லுலோசில் உள்ள ஒவ்வொரு க்ளுக்கோஸ் கூறிலும் மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளன. இது மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பிலிருந்தே நன்கு விளங்கும் செல்லுலோசில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் அமிலங்க ளுடன் வினைபுரிந்து ட்ரைஎஸ்டர் (Tri ester) என்ற மூன்று எஸ்டரைத் தருகின்றன. எடுத்துக்காட்டுகள் : செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், செல்லுலோஸ் அசட்டேட். இதே போன்று, செல்லு லோசில் காணப்படும் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் ஆல்கைல் ஹாலைடுடன் (alkyl halide) வினைபுரிந்து செல்லுலோஸ் ஈதர் கொடுக்கின்றன. சான்று : ஈதைல் செல்லுலோஸ் (Ethyl cellulose). செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், செல்லுலோஸ் அசட்டேட், ஈதைல் செல்லுலோஸ் போன்ற செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள் செல்லுலோசில் நிகழும் இடப் பெயர்ச்சி வினைமூலமாகக் கிடைக்கின்றன.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பிலிருந்து, செல்லு லோஸ் மீம் மூலக்கூறு எடை கொண்ட குறுக்குப் பிணைப்புகளற்ற பலபடி என நன்கு விளங்கும். இருப்பினும் வெப்பத்தால்

இளகவல்ல நெகிழிகள் தயாரிக்கச் செல்லுலோசை அப்படியே பயன்படுத்த முடியாது. இதற்குக் காரணம் செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுதான். செல்லுலோசில் உள்ள எண்ணற்ற ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளில் ஹைட்ரஜன் இணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கிடையே நிலவும் ஈர்ப்பாற்றல் மிகுதியாகப் பெருக்கமடைகிறது. எனவே, செல்லுலோஸ் நெகிழ்வுத் தன்மையற்று காணப்படுகிறது. ஆதலால், செல்லுலோஸ் நெகிழியாகப் பணிபுரிய, நெகிழ்வுத் தன்மையை அடைய, பலபடி மூலக்கூறில் காணப்படும் எண்ணற்ற ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளிலிருந்து விடுபடுதல் அவசியம். இதன் விளைவாக மூலக்கூறுகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று நகரமுடியும். மேலும், செல்லுலோசை வெப்பமூட்டும் போது, அது தன்னுடைய எண்ணற்ற ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளிடமிருந்து விடுபடுவதற்கு முன்பே கருகி நிலையிறக்கம் அடைவதால், உயர் வெப்பத்திலும் செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்காகப் பணிபுரிய இயலாது. மேலும், ஹைட்ரஜன் இணைப்புகள் காரணமாகவே, செல்லுலோசின் கரைதிறனும் மிகக்குறைவாகக் காணப்படுகிறது. எனவே, செல்லுலோசைப் பிளாஸ்டிக்காக மாற்ற, அதில் உள்ள ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்கவேண்டும். எனவே, ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளை ஏற்படுத்தவல்ல ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை நீக்கி, அந்த இடங்களில் ஹைட்ரஜன் இணைப்புகளை ஏற்படுத்த இயலாத தொகுதிகளை, தகுந்த வேதியியற் வினைகள் மூலம் இணைக்கவேண்டும். அவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட இருவகைச் சேர்மங்களில் முதல் வகையில் செல்லுலோஸ் எஸ்டர்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்கள் செல்லுலோசில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளுக்குப் பதில் எஸ்டர் தொகுதிகளைப் பதிலீடு செய்வதன்மூலம் கிடைக்கின்றன. இரண்டாவது வகையைச் சேர்ந்த செல்லுலோஸ் ஈதர்கள், செல்லுலோசில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதியில் காணப்படும் ஹைட்ரஜன் அணுவுக்குப் பதில் மெதில் (methyl), எதில் (ethyl) போன்ற ஆல்கைல் (alkyl) தொகுதிகளைப் புகுத்துவதன்மூலம் கிடைக்கின்றன.

ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளைச் செல்லுலோசிலிருந்து இடம் மாற்றம் செய்யவல்ல வினை மிகச்சீராக நடைபெறவேண்டும். இல்லாவிடில் மூலக்கூறின் தன்னகத்தே ஹைட்ரஜன் இணைப்புகள் ஏற்பட்டுவிடும் (local Hydrogen bonding).

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்

கந்தக அமில வினையூக்கிமுன், செல்லுலோஸ் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிய, செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் கிடைக்கிறது. சில சமயம் இதை நைட்ரோ செல்லுலோஸ் என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், செல்லுலோஸின் எஸ்டரே ஒழிய, செல்லுலோசின் நைட்ரோச் சேர்மம் அல்ல. இதன் தன்மைகளும், இஃது ஓர் எஸ்டரே என்று உறுதிப்படுத்துவதால், செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் என்ற பெயர்தான் சாலப் பொருந்தும்.

செல்லுலோசில் உள்ள ஒவ்வொரு க்ளுக்கோஸ் கூறிலும் (unit) மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் உள்ளன என்று முன்பே பார்த்தோம். இம் மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளும் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ட்ரைநைட்ரேட் அல்லது மூன்று நைட்ரேட் என்ற ட்ரைஎஸ்டரைத் தரும். இரண்டு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் வினைபுரிந்து டை நைட்ரேட் கிடைக்கும். ஆனால், செல்லுலோசை நைட்ரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரியச் செய்யும்போது, ஓரே செல்லுலோஸ் மூலக்கூறில் உள்ள எல்லா க்ளுக்கோஸ் கூறுகளும் சமஅளவு வினைபுரியாது. அதாவது ஒரு க்ளுகோஸ் கூறின் வினைத்திறன் மற்றொன்றைவிட உயர்ந்து அல்லது தாழ்ந்து காணப்படும். எனவே, ஓரேவகை எஸ்டர் கிடைக்காது. மாறாக, எஸ்டர் கலவையே கிடைக்கும். மேலும், இந்த எஸ்டர் கலவை, (நைட்ரேட் கலவை) வினைநிகழ்ந்திருக்கும் (நைட்ரேட் அடைந்திருக்கும்) சதவீதத்தில் மாறுபட்டு இருக்கும்.

ஆதலால், செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டைப்பற்றிக் குறிப்பிடும்போது. ஒரு நைட்ரேட் (mono nitrate), இரு நைட்ரேட் (Di nitrate) அல்லது மூன்று நைட்ரேட் (Tri nitrate) என்று குறிப்பிடாமல், நைட்ரேட் ஏற்றம் அடைந்திருக்கும் அளவை அந்தந்த நைட்ரேட்டில் உள்ள நைட்ரஜன் சதவீதம் மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது.

சுமார் 11 சதவீதம் நைட்ரஜன் உள்ள செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டுகள் மட்டுமே நெகிழிகள் தயாரிப்பில் பயன்படத் தக்கவை. மிகவும் அதிகளவு நைட்ரேட் செய்யப்பட்டுக் கிடைக்கும் நைட்ரேட்டில் 14 சதவீதம் நைட்ரஜன் உள்ளது. இவ் வகையைச் சேர்ந்த செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், வெடிபஞ்சு (Gun cotton) என்ற பெயரில் வெடிமருந்துகள் தயாரிக்க உதவுகிறது. இதன் கரைத்திறன், இதைவிடத் தாழ்ந்த அளவு நைட்ரஜனைக் கொண்ட செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டுகளைவிட

மிகக்குறைவு. சுமார் 12·2-லிருந்து 12·8 சதவீதம் வரையுள்ள நைட்ரஜனைக்கொண்ட செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் "டைனமைட்" (Dynamite) என்ற பெயரில் விளங்குகிறது. இது துப்பாக்கி ரவைகள், புகைவிடா வெடிமருந்து (smokeless powder) தயாரிக்கப் பயனாகிறது.

பைராக்சிலின் (Pyroxylin) என்ற பெயரில் விளங்கும் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டில் நைட்ரஜன் 11.5 முதல் 12·2 சதவீதம் வரையுள்ளது. இச் சேர்மம் லாக்கர் (lacquer) கரைப்பான்களில் எளிதில் கரைவதால் லாக்கர் தயாரிக்க இது பயன்படுகிறது.

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் தயாரிக்கும் முறை

நைட்ரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் இவை இரண்டின் கலவையின் செறிவைப் (concentration) பொறுத்து செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டின் தரம் மாறுபடுவதால். இவ் வினையின்போது அமிலக் கலவைச் செறிவில் மாறுதல் ஏற்படாமல் இருக்க, அதிக அளவில் அமிலக் கலவையை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனால், செல்லுலோஸ், அமிலக் கலவையுடன் வினைபுரியும்போது வெளிப்படும் நீர் மூலக்கூறுகள், அல்லது செல்லுலோஸ் உட்கொள்ளும் அமிலம் இவை இரண்டும் அமிலத்தின் செறிவைக் குறைக்காது. 1 : 50 என்ற விகிதத்தில் பஞ்சு, அமிலக் கலவை இரண்டையும் எடுத்துக்கொண்டு வெப்பநிலைக் கேற்றவாறு 15 முதல் 60 நிமிடங்கள் வரை வினைபுரியச் செய்யவேண்டும். பின்பு, மையம் விட்டோடல் முறையில் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டைப் பிரித்தெடுத்து, அதில் கலந்திருக்கும் அமிலக் கசடை நீக்க, நீரில் கலந்து, பின்பு இதைக் கொதிக்கச் செய்தால் நிலையற்ற நைட்ரேட்டுகளும், சல்பேட்டுகளும் உடைந்து விடுகின்றன. மீந்துள்ள செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் திண்மத்தை முதலில் காரம் கலந்த நீரில் கழுவி, பின்பு தூயநீரில் கழுவவேண்டும். செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டை நன்கு உலர்த்த முடியாது. ஏனெனில், நன்கு உலர்ந்த நிலையில் இது எளிதில் தீப்பற்றிக்கொள்ளும் தன்மை பெற்றது. எனவே, இதனைக் காக்க, ஆல்கஹாலில் நனைத்து வைத்திருக்கப்படுகிறது. யூரியா, டைஃபீனைலமின் (Diphenyl amine) போன்ற நிலைநிறுத்திகளும் இதனுடன் கலப்பதுண்டு.

செல்லுலாய்டு

இவ் வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டதுபோல் செல்லுலாய்டு, சூடத்தில் கரைக்கப்பட்ட செல்லுலோஸ்

நைட்ரேட்டின் திடக்கரைசல் ஆகும். 1918-க்கு முன்பு வரை செல்லுலாய்டு தயாரிக்கத் தேவையான சூடம் கா∴ம்பர் - லாரல் (Camphor - Laurel) என்ற செடியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. இவ் வகைச் செடி ஜப்பானில் காணப்பட்டது. 1918-க்குப் பின்னர் சூடம் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படவே, ஜப்பானின் சூட ஏற்றுமதி நாளடைவில் குறையத் தொடங் கியது.

செல்லுலாய்டு தயாரிக்க, செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், சூடம் இவற்றோடு மென்மையூட்டியான ஆல்கஹாலும் கலக்கவேண்டும். பொதுவாக, செல்லுலாய்டில் ஏறக்குறைய 25 பங்கு சூடம், 75 பங்கு செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், 25 பங்கு ஆல்கஹால் காணப்படுகிறது.

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டின் எளிதில் தீப்பற்றிக்கொள்ளும் தன்மை காரணமாக, பொதுவாக இதை உலர்ந்த நிலையில் வைத்திருப்பதோ, உலர்ந்த நிலையில் கப்பலில் அனுப்புவதோ கிடையாது. ஆகவே, இதைத் தண்ணீரில் நனைத்து அல்லது ஆல்கஹாலில் நனைத்துதான் வைத்திருக்கவேண்டும். தண்ணீரில் நனைந்துள்ள செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டை, நெகிழி தயாரிக்க மீண்டும் உலர வைக்கவேண்டிய நிலை ஏற்படுவதால், இதை ஆல்கஹாலின்தான் நனைத்து வைக்கப் படுகிறது. மேலும், ஆல்கஹால் செல்லுலாய்டு தயாரிக்கத் தேவையான மூலப்பொருள்களில் ஒன்றாகும். எனவே, ஆல்க ஹாலைப் பிரிக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. வெளி இடங்களுக்கு அனுப்பப்படும் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டில் ஏறத்தாழ 35 சதவீதம் ஆல்கஹால் இருப்பதால், செல்லுலாய்டு தயாரிக்க மேலும் ஆல்கஹால் தேவையில்லை.

செல்லுலாய்டு தயாரிக்கும் முறை

ஆல்கஹாலில் நனைந்துள்ள செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் சூடம் இவற்றைத் தேவையான அளவில் கலக்கியில் எடுத்துக் கொண்டு நன்கு கலக்கவேண்டும். கலக்கியின் வெப்பநிலை 50°C-ல் வைக்கப்பட்டுக் கலவை சுமார் 1 மணிநேரம் கலக்கப் படுகிறது. இவ்வினை வெப்பத்தைக் கக்கவல்லது. எனவே, இவ் வினையைத் துவக்க மட்டும் வெப்பம்போதும். கலக்கியின் இரட்டைச் சுவர்களுக்கிடையே காணப்படும் இடைவெளியில் இவ்வினைத் தொடக்கத்தில் கொதி நீராவியைச் செலுத்தி, தேவையான வெப்பநிலையைப் பெறலாம். வினை தொடங் கியதும் கொதி நீராவி செலுத்துவதை நிறுத்தவேண்டும்.

தொடக்கத்தில் இழையமைப்புக் கொண்ட கலவை சிறிது நேரத்தில், இவ்வமைப்பை இழந்து மாவுபோன்று மாறுகிறது. யூரியா (urea) அல்லது துத்தநாக அசட்டேட் (Zinc acetate) போன்ற நிலைநிறுத்திகள், சாயப் பொருள்கள் இவற்றை இச் சமயத்தில் சேர்த்து நன்கு கலக்கவேண்டும். கட்டிகளிலிருந்து மாவைப் பிரித்தெடுக்க, இதைக் காலிகோ துணியில் நீர்ம விசையின் துணைகொண்டு வடிகட்டவேண்டும். வடிகட்டப்பட்ட செல்லுலாய்டு மாவில் 25 சதவீதத்திற்குமேல் ஆல்கஹால் உள்ளது. ஆல்கஹால் அளவைத் தேவையான அளவுக்குக் கொண்டுவர, மாவைக் கலக்கியில் மீண்டும் எடுத்துக்கொண்டு, வெற்றிடத்தை அதனுள் தோற்றுவித்து மாவைப் பிசைந்தால் தேவைக்கதிகமான ஆல்கஹால் ஆவியாகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் செல்லுலாய்டு மாவிலிருந்து, தடிகள் (Rods), குழாய்கள், தகடுகள் போன்றனவற்றைத் தகுந்த செயல்முறை மூலம் பெறலாம்.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, செல்லுலாய்டு வார்ப்புத் தூள் தயாரிக்கும் எண்ணத்தோடு, செல்லுலாய்டு மாவில் நீர் தெளிக்கப்பட்டது. ஆனால், இம் முயற்சியில் வெற்றி கிடைக்கவில்லை. எனவே, செல்லுலாய்டை நேரடியாக வார்க்க முடியாது. முதலில் செல்லுலாய்டு தகடுகள் தயாரித்துக் கொண்டு, அதை வார்ப்பச்சுகளில் பொருத்தித் தேவையான வடிவங்கள் கொண்ட வார்ப்புகளைப் பெறலாம்.

செயல்முறை

செல்லுலாய்டு தெர்மோ பிளாஸ்டிக்காக இருந்த போதிலும், தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளுக்குரிய செயல்முறையான பீச்சி வார்த்தல் முறை மூலம் செல்லுலாய்டு வார்ப்புகளைப்பெற முடியாது. காரணம் என்னவென்றால், பீச்சி வார்த்தல் முறைக்குத் தேவையான வெப்பத்தில், செல்லுலாய்டு தனது நிலைப்புத் தன்மையை இழந்து சிதைந்துவிடுகிறது; அல்லது சிதையும் நிலையில் உள்ளது. எனவேதான் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்குரிய அழுத்த வார்த்தல் மூலம் இதன் வார்ப்புகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும், அழுத்த வார்த்தல் முறையைக் கையாளும்போது, மிக்க கவனத்துடன் செயல்பட வேண்டும். செல்லுலாய்டு தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் நெகிழ்ந்து விடுவதால் வார்ப்பச்சை நன்கு குளிரச்செய்த பின்னரே அச்சைத் திறந்து வார்ப்பை வெளியே எடுக்கவேண்டும். இல்லாவிடில், அச்சிலிருந்து வார்ப்பை வெளியே எடுக்கும்

போது, அதன் நெகிழ்வுத் தன்மை காரணமாக, வடிவக்குலைவு ஏற்பட்டுவிடும்.

செல்லுலாய்டு வார்ப்புகள் தயாரிக்க, முதலில் செல்லுலாய்டு தகட்டை எடுத்துத் தேவையான அளவுக்கு வெட்டி, வார்ப்பச்சில் பொருத்தவேண்டும். சுமார் 110°C வெப்பநிலையில் செல்லுலாய்டு தகடுகள் நெகிழ்ந்து வார்ப்பச்சின் வடிவத்தை ஏற்கிறது. வார்ப்பச்சை அறை வெப்பநிலைக்குக் குளிரச்செய்து வார்ப்பை வெளியே எடுக்கவேண்டும். நுணுக்கமற்ற சிக்கலற்ற, மெல்லிய வார்ப்புகளைப்பெற, அச்சுக்கேற்றபடி வெட்டப்பட்ட செல்லுலாய்டு தகட்டின் புறப்பரப்பை வெப்பமூட்டி, மிக விரைவாக வார்ப்பச்சிற்கு மாற்றி, அழுத்தி, பிறகு குளிரச்செய்யலாம். இம் முறையில் குளிர்ந்த அச்சுதான், அதற்குள் வைக்கப்படும் பிளாஸ்டிக்கைக் குளிரச்செய்து இறுக வைக்கிறது, தடிப்பு மிகுந்த வார்ப்புகளில் குளிர்ந்த வார்ப்பச்சு பிளாஸ்டிக்கைச் செவ்வனே இறுகச் செய்யாது. எனவே, வார்ப்பச்சையும் அதனுள்ளே காணப்படும் சூடான வார்ப்போடு குளிர வைக்கவேண்டும்.

நாம் கடையில் வாங்கும் செல்லுலாய்டு பொம்மைகள் பெரும்பாலும் உள்கூடுடையவை (hollow). இவற்றை இரண்டு முறைகளில் தயாரிக்கலாம்.

முதல்முறை

பொம்மைகளை இரண்டு பகுதிகளாகத் தயாரிக்க வேண்டும். பின்பு, மேல்பகுதி கீழ்ப்பகுதி என்ற இரண்டு பகுதிகளையும் சேர்த்து ஒட்ட வைக்கவேண்டும். சமபங்களவுள்ள அமைல் அசட்டேட் (amyl acetate), அசட்டோன் (acetone) கலவையில் கரைக்கப்பட்ட செல்லுலாய்டு கரைசல் ஒட்டுவைப்பியாகப் பணி புரிகிறது.

இரண்டாவது முறை

தகுந்த வார்ப்பச்சைத் தேடி எடுத்து அதில் இரண்டு செல்லுலாய்டு தகடுகளைப் பொருத்தவேண்டும். வெப்பமூட்டப்பட்ட இவ் வச்சின்மேல் சிறிது அழுத்தம் கொடுக்க, இரண்டு தகடுகளின் ஓரங்களும் ஒன்றோடொன்று நன்கு ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன. வார்ப்பச்சில் காணப்படும் துளை வழியே இரு தகடுகளுக்கிடையில் வெப்பக் காற்று அல்லது கொதி நீராவியைச் செலுத்த, இவ் வெப்பநிலையில் பிளாஸ்டிக் தகடுகள் நெகிழ்ந்து கொதி நீராவி, அல்லது வெப்பக்காற்று

அச்சில் தோற்றுவிக்கும் அழுத்தத்தில் தகடுகள் விரிந்து வார்ப்பச்சின் வடிவத்தை ஏற்கிறது. வார்ப்பச்சை அறை வெப்பநிலைக்குக் குளிரச்செய்தபின் வார்ப்பை வெளியே எடுக்கலாம்.

குழாய்களும்—தடிகளும்

செல்லுலாய்டு தடிகளும், குழாய்களும் பிழிந்து வார்த்தல் முறையைப் பின்பற்றி தயாரிக்கலாம். வடிவச்சி (die) லிருந்து வெளிவரும் பிழியப்பட்ட பகுதி (extrudate), நெகிழ்வான நிலையில் காணப்படுவதால், வடிவக்குலைவைத் தடுத்து நிறுத்த, ஓடும் நாடாவைத் (conveyor belt) தாங்கியாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

செல்லுலாய்டுக் குழாய்களை சில உலோகக் குழாய்களுக்கு மேலுறையாகக்கூடப் பயன்படுத்தலாம். முதலில் செல்லுலாய்டுக் குழாயைக் கொதிநீரில் போட்டு மென்மையூட்ட வேண்டும். உலோகக் குழாயைவிடச் சற்று அதிக விட்டமுள்ள மற்றொரு குழாயை எடுத்துக் கொண்டு அதன்மேல் மென்மையாக்கப்பட்ட செல்லுலாய்டுக் குழாயைச் செருக வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் செல்லுலாய்டுக் குழாயின் விட்டம் அதிகமாகிறது. பின்பு, இக் குழாயை (செல்லுலாய்டு) வெளியே உருவி, உலோகக் குழாயின்மேல் செருக வேண்டும். இவற்றைக் கொதிநீரில் மீண்டும் அமுக்கினால், செல்லுலாய்டு சுருங்கி உலோகக் குழாயை இறுக்கமாகப் பிடித்துக் கொள்ளுகிறது.

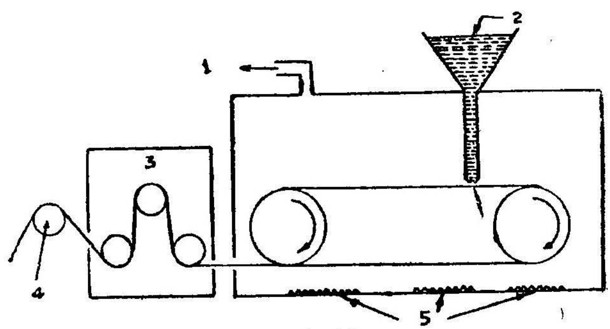
செல்லுலாய்டு தகடுகள் தயாரிக்கும் முறை

செல்லுலாய்டு மாவைத் தயாரித்து, அதில் தேவைக் கேற்றவாறு சாயப் பொருள்களைக் கலந்து, அதை வெப்பமூட்டப் பட்ட, வேகமாகச் சுழலும் உருளையிலும், குளிர்ந்த, மெதுவாகச் சுழலும் உருளையிலும் உருட்ட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் செல்லுலாய்டில் உள்ள ஆல்கஹால் அளவு 12-16 சதவீதத் திற்குக் குறையும். கிடைக்கும் அரை அங்குலத் தடிப்புள்ள பல தகடுகளை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அடுக்கி 93°C வெப்ப நிலையில் அழுத்த, செல்லுலாய்டு கட்டை (Block) கிடைக்கும். பிறகு, ·005 அங்குலம் முதல் 1 அங்குலம் வரை தடிப்புள்ள தகடுகளைத் தயாரிக்க, மேலே தயாரித்த கட்டையை எடுத்துக் கொண்டு தகுந்தபடி வெட்ட வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் தகடுகளில் ஆல்கஹால் 12 முதல் 14 சதவீதம் வரை இருக்கும். ஆல்கஹாலை முற்றிலும் நீக்கும் பொருட்டு இத் தகடுகளை 27°-32°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள், ஓர் அறையில் ஒரு நாள்

முழுவதும் தொங்கச் செய்யவேண்டும். தகட்டிலிருந்து வெளி வரும் ஆல்கஹால் வாயுவை வெளியேற்ற நாள் முழுதும் அறைக்குள் காற்றைச் செலுத்தி, அறையைவிட்டு வெளியே வரும் காற்றிலிருந்து ஆல்கஹாலைத் தகுந்தபடி பிரித்தெடுக்க வேண்டும். பின்பு, இத் தகடுகளை 50°C வெப்பநிலையில் காணப்படும் குழாய்களின்மேல் அடுக்க வேண்டும். இத் தகடுகளை மெருகேற்ற, இரண்டு சூடான எஃகுத் தகடுகளுக் கிடையில் தேவையான அழுத்தத்தில் சுமார் 10—15 நிமிடங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். ட்ரிப்போலி (Tripoli) போன்ற பொடிகளைக் கொண்டு, இத் தகடுகளின் மேல் பகுதியைத் தேய்த்தோ அல்லது சில வேதியியற் கரைசல்களில் நனைத்தோ கூட செல்லுலாய்டு தகடுகளை மெருகேற்றலாம்.

படலம்

செல்லுலாய்டு படலத்தின் நீரெதிர்ப்புத் திறனைக் கூட்டவும், படலத்தின் வலிமையை உயர்த்தும் பொருட்டும் சூடத்தின் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. செல்லுலாய்டுக் கரைசலை வழ வழப்பான புறப் பரப்பில் மேற்பூச்சாகக் கொடுக்க, கரைசலில் உள்ள கரைப்பான் எளிதில் ஆவியாகி விடுவதால் செல்லுலாய்டு



படம் 10.
செல்லுலாய்டு படலம் தயாரிக்கும் முறை

1. நீர்ம ஆவி 2. பாகு 3. உலர் உருளைகள்
4. குளிர் உருளை 5. வெப்பச் சுருள்.

மேற்பரப்பில் படலமாகப் படிகிறது. ஆல்கஹாலைவிட ஈதர் எளிதில் ஆவியாவதால் படலம் தயாரிக்க 70 சதவீதம் ஈதரும் 30 சதவீதம் ஆல்கஹாலும் உள்ள கரைப்பான் கலவை பயன் படுத்தப்படுகிறது. மேற்கூறிய விகிதத்தில் தயாரிக்கப்பட்ட

கரைப்பான் கலவையில் தேவையான அளவு சூடமும், செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டும் கலந்து, இக் கலவையைச் சுமார் 8 மணி நேரம் கலக்கினல் பாகுத்தன்மை கொண்ட நீர்மம் கிடைக்கிறது. இதில் கலந்திருக்கும் காற்றை. வெற்றிடத்தை ஏற்படுத்தி நீக்கிய பின்பு, வழுவழுப்பான முடிவற்ற நாடா (Belt) வின்மேல் பரப்பில் ஊற்றிப் பரப்பவேண்டும் கரைப்பான் ஆவியாகி, நாடாவின் மேற்பரப்பில் களி போன்ற படலம் பிடித்துக் கொள்ளுகிறது. பின்பு வெப்ப அறையில், இப் படலத்தைச் செலுத்தி அதில் காணப்படும் மீந்துள்ள கரைப் பானைப் போக்க வேண்டும். அறை வெப்பநிலையில் இப் படலத்தை ஒருநாள் வைத்திருந்து பதப்படுத்திய பின்பு, குளிரச் செய்து, உருளையில் சுற்றவேண்டும்.

தன்மைகள்

செல்லுலாய்டு தெர்மோ பிளாஸ்டிக்காக இருப்பினும்கூட இதை ஒவ்வொரு முறையும் வெப்பமூட்டி, குளிர வைக்கும்போது செல்லுலாய்டு நிலையிறக்கமடைகிறது.

சாயப் பொருள்களைக் கலக்காதபோது செல்லுலாய்டு தெளிவாகவும் வலிமையுடனும், பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படும். இதன் பழுப்புநிறம் பிளாஸ்டிக்கின் நிறமேற்புத் தன்மையை எந்தவிதத்திலும் பாதிக்காததால், இப் பிளாஸ்டிக்கில் எல்லாவித வண்ணமும் ஏற்றலாம்.

செல்லுலாய்டு நீர் எதிர்ப்புத்திறன் மிக்கதொரு பிளாஸ்டிக்காகும். எனவே, ஈரமான சூழ்நிலையிலும் செல்லுலாய்டு பொருள்கள் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையுடன் காணப் படுகின்றன. மேலும் அமிலம், காரம் இவற்றாலும் இப் பிளாஸ்டிக்குக்கு எந்தவிதத் தீங்கும் நேராது.

மெதனல் (Methanol), ஈதர்—ஆல்கஹால் கலவை, எஸ்டர்கள், ஹைட்ரோ கார்பன்கள் போன்ற நீர்மங்களில் செல்லுலாய்டு கரைந்து விடும். க்ளோரோஃபார்ம் (Chloroform) போன்ற நீர்மத்தில் செல்லுலாய்டு கரையாது. ஆனல், செல்லுலாய்டில் கரைந்துள்ள சூடம் இந் நீர்மத்தில் கரையும். இதன் விளைவாக, க்ளோரோஃபார்மில் நனைந்துள்ள செல்லுலாய்டில் சூடத்தின் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து, செல்லுலாய்டின் இயந்திர இயல்புகள் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன.

செல்லுலாய்டு எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும். மேலும், செல்லுலாய்டு பொருள்களின் நிறம் நாளடைவில் படிப்படியாகக் குன்றுகிறது. செல்லுலோஸ் பொருள்களிலிருந்து சூடம் எளிதில் ஆவியாகிச் சென்று விடுவதால், இதன் நொறுங்கும் தன்மை படிப்படியாகக் கூடுகிறது.

எரியாத்தன்மை கொண்ட செல்லுலாய்டு தயாரிக்கப் பல முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. செல்லுலாய்டின் எரியும் தன்மைக்கு மூலகாரணம் இதில் பயன்படுத்தப்பட்ட மென்மையூட்டியான சூடம் எனக் கருதி, சூடத்திற்குப் பதில் எரியாத் தன்மையுள்ள ஆல்கைல் பாஸ்பேட் (alkyl phosphate) போன்ற மென்மையூட்டிகளைக் கொண்டு சோதனை செய்ததில் செல்லுலாய்டின் எரியும் தன்மை ஓரளவு குறைந்து காணப்பட்டதேயொழிய, இத் தன்மையைச் செல்லுலாய்டு முற்றிலும் இழக்கவில்லை. செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் எரியும் தன்மை கொண்ட சேர்மமாதலால்தான் இத் துறையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட முயற்சிகள் தோல்வியைத் தழுவின.

பயன்கள்

நீரெதிர்ப்புத் திறன், வலிமை போன்ற குணங்களாலும் எளிய செயல்முறையாலும், நீண்ட நாள்கள் சிறப்புடன் பயன்பட்டுவந்த முதல் பிளாஸ்டிக்கான செல்லுலாய்டு இன்று தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகளின் வருகையினால் தன்னிடத்தை இழந்து விட்டது.

டேபிள் டென்னிஸ் (Table Tennis) பந்துகளும், விளையாட்டுப் பொம்மைகளும் செல்லுலாய்டிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர கத்தியின்கைப்பிடி, சீப்பு, பல் தேய்க்கும் ப்ரஷ் கைப்பிடி போன்ற பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் இதன் பங்குண்டு.

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் லாக்கர்கள் மோட்டார்த் தொழிலில் அதிக அளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

செல்லுலோஸ் அசட்டேட் பிளாஸ்டிக்குகள்

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டைப் போன்று செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டும் ஒரு செல்லுலோஸ் எஸ்டர் ஆகும்.

பஞ்சு, அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடுடன் (acetic anhydride) கந்தக அமில வேகமாற்றி முன், வினைபுரிந்து செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டைக் கொடுக்கும். ஆனால், இவ் வெஸ்டர் தொழில்

துறைக்கேற்ற பிளாஸ்டிக்காக நீண்டநாள் வரை கருதப் படவில்லை. ஏனெனில், இச் சேர்மம் பொதுவான அங்ககக் கரைப்பான்களில் கரைய மறுத்ததே காரணம். மேலும், விலையுயர்ந்த அல்லது நச்சுத்தன்மை மிக்க நீர்மங்களான க்ளோரோஃபார்ம் (Chloroform) டெட்ரா க்ளோரோஈதேன் (Tetra Chloroethane) போன்ற நீர்மங்களில் மட்டுமே இது கரைய வல்லது. 1905ஆம் ஆண்டில்தான் இச் சிக்கலுக்குத் தீர்வு ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டை மிக்க வீரியமற்ற (mild) நீராற் சிதைவுக்குட்படுத்தினால், விளையும் அசட்டேட் க்ளோரோ ஃபார்மில் கரையாமல் அசட்டோனில் கரையும்.

தீப்பற்றி எரியாத தன்மை கொண்ட பொருளாக இருந்த தால், முதல் உலகப்போர் சமயத்தில் பிலிம்கள் (படலங்கள்) தயாரிக்கவும், தீப்பற்றி எரியாத தன்மையைக் கொடுக்க விமான இறக்கைகளிலும் பயன்படுத்தப்பட்ட செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டின், வார்ப்புத் தன்மை 19.6ஆம் ஆண்டுக்குப் பின்னரே அறியப்பட்டு அதன் பிறகே பிளாஸ்டிக்காக அறிமுகம் பெற்று பின்பு வளர்ச்சியும் அடைந்தது. இரண்டாவது உலகப் போர் சமயத்தில் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் பிளாஸ்டிக்குக்கு ஏற்பட்ட பற்றாக்குறையை நிரப்பப் புகுந்த பல்எதிலீன் போன்ற தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகளுக்குப் பொதுவாக எல்லா செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகளும் தலை குனிந்து, வழிவிட்டு விளைவாகத் தங்களது செல்வாக்கையும், இடத்தையும் படிப்படியாக இழந்து வருகின்றன.

செல்லுலேஸ் அசட்டேட் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூலப் பொருள்கள் (1) க்ளேசியல் அசட்டிக் அமிலம் (Glacial acetic acid), (2) அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடு, (3) மெதிலீன் க்ளோரைடு, (4) செல்லுலோஸ்.

அசட்டோனை 650° — 800°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள் பிளக்கும்போது கிடைக்கும் கீடனை (ketene) அசட்டிக் அமிலத்தில் உறிஞ்சச் செய்து அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடு தயாரிக்கப் படுகிறது.

$$(CH_3)_2CO \longrightarrow \underset{\text{கீடன்}}{CH_2 : CO} + CH_4$$

$$CH_2 : CO + CH_3\,COOH \longrightarrow \underset{\text{அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடு}}{(CH_3CO)_2O}$$

இவ்வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டபடி, செல்லுலோஸ் பலபடியில் காணப்படும் ஒவ்வொரு க்ளுக்கோஸ் கூறிலும் உள்ள மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை அசட்டேட்டாக மாற்ற ட்ரை அசட்டேட்டும், இரண்டு ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை அசட்டேட்டாக மாற்ற டை அசட்டேட்டும் கிடைக்கும். பொதுவாகச் செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டில் மேற் கூறிய இருவகை அசட்டேட்டுகளும் கலந்திருக்கும். எனவே, கலவை விகிதத்திற்கேற்றவாறு பிளாஸ்டிக்கின் தன்மையும் மாறுபடும்.

செல்லுலோஸ் இரு அசட்டேட் (செல்லுலோஸ் டை அசட்டேட்) தயாரிக்கு முன்பு, செல்லுலோஸ் வளைய அமைப்பை உடைக்கும் பொருட்டு க்ளேசியல் அசட்டிக் அமிலத்துடன் செல்லுலோசைக் கலக்கவேண்டும். இவ்வாறு செய்த பின் இதனை அசட்டேட்டாக மாற்ற வினைப் பொருளுடன் வினைபுரியச் செய்தால், இவ்வினை செல்லுலோஸ் இழைகளுக்கிடையே ஊடுருவிச் சென்று நிகழ்கிறது. எனவே, வினைக்குத் தேவைப் படும் நேரமும் கணிசமான அளவு குறைந்து விடுகிறது. அசட்டிக் அமிலம் செல்லுலோஸைக் கரைக்கவல்லது. அசட்டிக் அமிலத்தின் கரைதிறனை மேம்படுத்த மெதிலீன் க்ளோரைடு கலக்கப்படுகிறது. செல்லுலோஸ் அசட்டேட் தயாரிக்கப் பல்வேறு மூலப் பொருள்களின் விகிதம் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளதுபோல் இருத்தல் நலம்.

கந்தக அமிலம் 1 பங்கு; அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடு 300 பங்குகள்; மெதிலீன் க்ளோரைடு 400 பங்குகள்; செல்லுலோஸ் 100 பங்குகள்.

செல்லுலோசை அசட்டேட்டாக மாற்றும் வினையின் போது அதை இரு அசட்டேட் நிலையோடு தடுத்து நிறுத்துவது இயலாத செயலாதலால், கிடைக்கும் அசட்டேட்டை நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து, வீரியமற்ற நீராற் சிதைவுக்குட் படுத்தி இரு அசட்டேட்டாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ட்ரைஅசட்டேட் என்ற மூவசட்டேட்டில் செல்லுலோசில் உள்ள இழையமைப்பு இருப்பதால், செல்லுலோஸ் மூவசட்டேட் தயாரிக்க, செல்லுலோசை அசட்டிக் அமிலத்தில் கரைப்பதில்லை. ஏனெனில், செல்லுலோஸ் நீர்மத்தில் கரையும்போது அதன் இழையமைப்பை இழந்து விடுகிறது. எனவே, செல்லுலோசைப் பென்சீன், டாலுவீன் (Toluene,) ஜைலீன் (Xylene) போன்ற

செல்லுலோசைப் பொறுத்தவரை கரைப்பான் தன்மையற்ற நீர்மங்களில் அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடைக் கலந்து, பெர்க்ளோரிக் அமிலத்தை வேகமாற்றியாகப் பயன்படுத்திச் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் தயாரிக்கப்படுகிறது. கந்தக அமிலம் ட்ரைஅசட்டேட்டின் நிலைப்புத்தன்மையைக் குலைக்கவல்லது. எனவேதான், கந்தக அமிலத்திற்குப் பதில் பெர்க்ளோரிக் அமிலம் நீர் நீக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

செயல்முறை

செல்லுலாய்டைப் போலவே, செல்லுலோஸ் அசட்டேட் பிளாஸ்டிக்கையும் தகடுகளாகவும், படலங்களாகவும் பெறலாம். பிழிந்து வார்த்தல் செயல்முறை, பீச்சி வார்த்தல் செயல்முறை போன்றவைகள் மூலம் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். பீச்சி வார்த்தல் செயல்முறை செல்லுலாய்டு பிளாஸ்டிக்குக்கு ஏற்றதல்ல என்பதை இவ்விடத்து நினைவுகூர்தல் நலம். வார்ப்புகள் உருவாக்குவதற்கேற்றவாறு செல்லுலோஸ் அசட்டேட் வார்ப்புத் தூள்களைத் தயாரிக்க முடியும். வார்ப்புத் தூள்களில், ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மென்மையூட்டிகள், நிரப்பிகள், சாயப் பொருள்கள் போன்ற கலவைப் பொருள்களும் கலந்திருக்கும். எளிதில் தீப்பற்றிக்கொள்ளும் தன்மைக்கொண்ட சூடத்திற்குப் பதில் ட்ரைஃபீனல் பாஸ்பேட், டைமெதில் தாலேட் (Dimethyl phthalate) போன்ற மென்மையூட்டிகள் இப் பிளாஸ்டிக்கில் இடம் பெறுகின்றன. இதில் காணப்படும் நிரப்பிகள், பேரியம் சல்பேட், வெள்ளைக் களிமண் போன்ற கனிமப் பொருள்களாகும்.

செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் "ரேயான்" என்ற இழைகள் சிறப்பு மிகுந்தவை. தமிழ்நாட்டில் மேட்டுப்பாளையத்திற்கருகில் உள்ள சிறுமுகையில் இவ்விழைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய இழைகளில் ஒரு வகையைப் பயன்படுத்திச் சின்னாளப்பட்டிச் சேலைகள் நெய்யப்படுகின்றன.

தன்மைகள்

செல்லுலோஸ் எவ்வளவு தூரம் அசட்டிலேட் செய்யப்பட்டுள்ளது செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டில் கலக்கப்படும் மென்மையூட்டிகள் — இவற்றைப் பொறுத்து இப் பிளாஸ்டிக்கின் தன்மைகள் மாறுபடும்.

இப் பிளாஸ்டிக் செல்லுலாய்டைப் போன்று எளிதில் தீப்பற்றி எரியாது. எனவே, படலங்கள் தயாரிக்கப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. செல்லுலோஸ் அசட்டேட் மிகக் குறைவான நீர் எதிர்ப்புத்தன்மையுடன் கூடியது. எனவே, இதன் பரிமாண நிலைப்புத்தன்மை, குறிப்பாக ஈரப்பதன் கொண்ட சுற்றுப் புறத்தில், மிகக்குறைவாகும். பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையைப் பொறுத்தவரை ட்ரைஅசட்டேட்டை, டை அசட்டேட்டை விடச் சிறந்தது.

பயன்கள்

செல்லுலோஸ் அசட்டேட் படலங்கள் ஒளிபுகும் தன்மை உடையன. மேலும், இப் படலங்கள் வழியே நீராவி போன்ற வாயுக்கள் புகுந்து செல்லும். ஆனால், நீர் போன்ற நீர்மங்கள் படலங்களில் புகமுடியாது. எனவே, நீரில் அழுகிவிடக் கூடிய காய்கறிகளைக் கட்டி வைக்க இப் படலங்கள் உதவுகின்றன.

செல்லுலோஸ் மூவசட்டேட் படலம் சினிமா பிலிம்களாகவும், X-கதிர்கள் படலங்களாகவும் (X-ray films) பயன்படுகின்றன. இருப்பினும் பல்எதிலீனின் வழிப் பொருள்களான பல்எதிலீன் டெரித்தாலேட் போன்ற பிளாஸ்டிக் படலங்கள் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் படலங்களின் இடத்தைப் பிடித்து வருகின்றன.

செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டிலிருந்து பிழிந்து வார்க்கப்பட்ட குழாய்கள், பேனா, சைக்கிள் பம்புகள் போன்றன தயாரிக்க உதவினாலும் இத் துறையிலும் PVC-ன் போட்டியால், இதன் பெருமை, சிறப்பு எல்லாம் செல்லாக் காசுபோல் மாறி வருகின்றன.

செல்லுலோஸ் அசட்டேட் - ப்யூட்ரேட்; செல்லுலோஸ் ப்ரொப்பியோனேட்

செல்லுலோஸ் அசட்டேட் - ப்யூட்ரேட் தயாரிக்க, செல்லுலோஸ், க்ளேசியல் அசட்டிக் அமிலம், மெதிலீன் க்ளோரைடு, அசட்டிக் அன்ஹைட்ரைடு இவற்றோடு ப்யூட்ரிக் அன்ஹைட்ரைடையும் (Butyric anhydride) கலந்து, கந்தக அமில வேகமாற்றி முன்பு வினைபுரியச் செய்யவேண்டும்.

செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டைவிட, செல்லுலோஸ் அசட்டேட் ப்யூட்ரேட்டின் நீர் எதிர்ப்புத்திறன் அதிகம். எனவே, இதன் பரிமாண நிலைப்புத்தன்மையும் சிறந்து காணப்படுகிறது. இதன் செயல்முறைக்குக் குறைவான அளவு மென்மையூட்டிகளே போதும். தட்பவெப்ப மாறுதலில் இப் பிளாஸ்டிக் நிலைப்புத்

தன்மையை இழக்காமல் காணப்படுவதால், டார்ச்லைட், ரேடியோ பாகங்கள் தயாரிப்பில் பயன்பட்டது. வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு உரித்தான எல்லா செயல்முறைகள் மூலமாகவும் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் - ப்யூட்ரேட் பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டைவிட இப் பிளாஸ்டிக்கைத் தாழ்ந்த அழுத்தத்தில் பிழிந்து வார்க்கலாம். பிழியப்பட்ட பொருள்கள் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் தயாரிப்பை விட வெப்ப எதிர்ப்புத்தன்மை, வலிமை போன்ற தன்மைகளில் சிறந்து காணப்படுகின்றன. பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய் இவற்றில் இப் பிளாஸ்டிக் பாதிக்காமல் காணப்படுவதால், பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய் இவற்றைக் கடத்திச் செல்லும் குழாய்களும் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் - ப்யூட்ரேட் பிளாஸ்டிக்கில் தயாரிக்கலாம்.

தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்குகள் இன்று எல்லாத் துறைகளிலும் பெருகிவருவதால், செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள் தங்களது சிறப்பை இழந்து வருகிறது என்று முன்பே பார்த்தோம். இருப்பினும் செல்லுலோஸ் அசட்டேட் - ப்யூட்ரேட் கரைசல் பொறியியற் கருவிகளின் (tools) மேற்பரப்பில் பூச்சுக் கொடுக்கப் பயன்படுகிறது. இக் கருவிகளின் பயனின்போது இவ்வுறைகளை எளிதில் கிழித்து எடுத்துவிட முடியும்.

செல்லுலோஸ் ப்ரொப்பியோனேட், தட்டெழுத்துக் கருவிகளின் பாகங்களைத் தயாரிக்கப் பயன்பட்டது.

ஈதைல் செல்லுலோஸ்

இது ஒரு செல்லுலோஸ் ஈதர் ஆகும்.

[ஈதர் என்பது இரண்டு ஆல்கஹால் மூலக்கூறுகள் இணைந்து ஒரு நீர் மூலக்கூறு வெளியேறிக் கிடைக்கும் ஆக்ஸிஜன் இணைப்புடன் கூடிய சேர்மம் ஆகும்.

$$R_1O\boxed{H + HO}R_2 \longrightarrow R_1OR_2 + H_2O$$]

பென்சைல் செல்லுலோஸ், மீதைல் செல்லுலோஸ் போன்ற செல்லுலோஸ் ஈதர்கள் தயாரிக்கப்பட்ட போதிலும், நன்கறியப்பட்ட, பெருமளவுக்குத் தயாரிக்கப்படும் ஈதைல் செல்லுலோஸ் மட்டுமே இங்கு இடம் பெறுகிறது.

செல்லுலோசை, சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு போன்ற காரத்துடன் வினைபுரியச் செய்து, கிடைக்கும் வினைபொருளான ஆல்கலி செல்லுலோசை (alkali cellulose), ஈதைல் க்ளோரைடை வினைபுரியச் செய்ய ஈதைல் செல்லுலோஸ் கிடைக்கிறது.

செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே மிக இலேசான ஈதைல் செல்லுலோஸ், பென்சீன், டாலுவீன், அசட்டோன் போன்ற நீர்மங்களில் எளிதில் கரையும் தன்மையுடையது. எல்லாவகை மென்மையூட்டிகள், பிசின்கள், மெழுகுகள் இவற்றோடு இணக்கமுற்றுக் காணப்படும் இப் பிளாஸ்டிக், வளைப்புத் திறனில் சிறந்து காணப்படுகிறது. மேலும், வெப்ப எதிர்ப்புத் திறனும் கொண்ட இப் பிளாஸ்டிக்கின் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் காணப்படுவதால் குளிர் சாதனப் பெட்டிகள், தலைத்தொப்பிகள் (Helmets) ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயனாகிறது.

செல்லுலோசிக்ஸ் எனப்படும் செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரணங்களால், தங்களது இடத்தைத் தக்க வைத்துக்கொள்ள முடியவில்லை.

(1) கீடோன், எஸ்டர் போன்ற நீர்மங்களில் இவை கரைந்து விடுகின்றன.

(2) ஆல்கஹாலில் மென்மையடைந்து விடுகின்றன.

(3) குறைந்த வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்டுள்ளன. குறிப்பாக அமிலங்கள், காரங்கள் இவற்றால் எளிதில் இப் பிளாஸ்டிக்குகள் தாக்கப்படுகின்றன.

(4) இப் பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகள் தயாரிக்கப் பயனாகும் மென்மையூட்டிகள் எளிதில் வார்ப்பின் புறப்பரப்பை அடைந்து எளிதில் ஆவியாகி விடுகின்றன. எனவே, காலப் போக்கில் இப் பிளாஸ்டிக்குகளின் நொறுங்குந் தன்மை கூடுகிறது.

இயற்கையில் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக்குகள்
(Natural Plastics)

இயற்கையில் கிடைக்கும் பலபடிகளான பிட்டுமின் (Bitumen) எனப்படும் புகைமிகு நிலக்கரி, அரக்கு (Shellac), கேசின் போன்றவற்றை இங்குக் காணலாம். தொகுப்பு முறை

பிளாஸ்டிக்குகளின் வியத்தகு வளர்ச்சியின் காரணமாக இயற்கையில் கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக்குகள் தங்களின் மதிப்பை இழந்து விட்டன. எனவே, இவ்வகைப் பலபடிகளுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படவில்லை. கேசின் என்ற பலபடியை இயற்கையில் கிடைக்கும் பலபடிகளில் ஒன்றாகச் சேர்த்த போதிலும், இதனைக், கடினப்படுத்தும் பொருட்டு ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலில் ஊற வைக்க வேண்டும்.

பிட்டுமென்

கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னமே செழித்தோங்கிய சிந்துநதிப் பள்ளத்தாக்கு நாகரிகத்தில்கூட பிட்டுமென் பிளாஸ்டிக் பயன்படுத்தப்பட்டது என்று கூறப் போதுமான ஆதாரங்களைச் சரித்திரம் சுட்டிக் காட்டுகிறது. நீர்த் தொட்டிகளிலிருந்து நீர் ஊறி வெளியே செல்லாமல் தடுக்கும் பொருட்டு பிட்டுமென் மேற் பூச்சாகக் கொடுக்கப் பட்டது என வரலாறு கூறுகிறது.

பிட்டுமென் எனப்படும் புகைமிகு நிலக்கரி இயற்கையில் கிடைக்கும் சிக்கல் மிகுந்த ஹைட்ரோ கார்பன் கலவையாகும். இதனுடன் கனிம நிரப்பிகள் கணிசமான அளவில் காணப் பட்டால், இஃது ஆஸ்பால்ட் (asphalt) என்றுகுறிப்பிடப்படுகிறது, அமெரிக்காவில் உடா (Utah) என்ற இடத்தில் பூமிக்கடியில் மிகுதியாக பிட்டுமென் படிந்து காணப்படுகிறது. தொழில் அளவில், எஸ். எச். கில்சன் (S. H. Gilson) என்பவரால் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட பிட்டுமென் பிளாஸ்டிக்குகள் கில்சோனைட் (Gilsonite) என்ற பெயரில் விற்பனை செய்யப் படுகிறது.

எளிதில் வார்க்கவல்ல, விலையிலும் குறைந்த பிட்டு மெனிலிருந்து, பெரிய உருவமுடைய வார்ப்புகளான மின்கலப் பெட்டிகள், தண்ணீர்த் தொட்டிகள் போன்றவை தயாரிக்கப் படுகின்றன. அடிப்படைப் பிட்டுமென் பலபடியுடன் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கலவைப் பொருள்களில் ஒன்றையோ, இரண்டையோ அல்லது எல்லாவற்றையுமோ கலந்து, பின்பு வார்ப்புகளை உருவாக்கலாம்.

(1) அடிப்படைப் பிட்டுமென்.

(2) உலர்த்தியுடன் காணப்படும் ஆளிவிதை எண்ணெய், டங் எண்ணெய் (Tung oil).

(3) மெழுகு.

(4) இளகிய தார்.

(5) கல்நார் நிரப்பி.

(6) கனிம நிரப்பிகள்.

உலரும் எண்ணெய் (Drying oil) பிட்டுமெனுக்குக் கடினத் தன்மையை அளிக்கிறது. ரப்பரை வல்கனுக்கப் (Vulcanisation) பயன்படும் கந்தகம் கொண்டும் பிட்டுமெனைக் கடினப் படுத்தலாம். ஆனால், இம்முறையில் கிடைக்கும் பிட்டுமென் மின்னியல்புகளை ஓரளவு இழந்துவிடுகிறது.

ஆங்கிலத்தில் ஃப்ளாஷ் டைப் (Flash type), செமிப் பாஸிட்டிவ் டைப் (Semi-positive type) என்று வழங்கப்படும் இரு வார்ப்பச்சுகளைப் பயன்படுத்திப் பிட்டுமென் வார்ப்புகளைத் தயாரிக்கலாம். இவ் வார்ப்பச்சுகளின் உள்ளகத்தின் (core) வழியே கொதி நீராவி அல்லது சுடு நீரைச் செலுத்தி வார்ப்பச்சைச் சூடேற்றலாம். முதலில் வார்ப்பச்சுகளை 100°C வரை வெப்ப மேற்றிய பின்பு, சிறிது சூடேற்றப்பட்ட பிட்டுமென் தகடுகளை அச்சுகளில் பொருத்தி, மூடி, வார்ப்பச்சுகளுக்கு அழுத்தம் கொடுத்து வார்ப்புகளைப் பெறலாம். வார்ப்பை வெளியே எடுத்தற்கு முன்பு வார்ப்பச்சை நன்கு குளிரச்செய்ய வேண்டும்.

பாரஃபினிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் (Paraffinic Hydro-carbons), அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் (Aromatic Hydro carbons), நாப்தீனிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள் (Naphthenic Hydro carbons) இவற்றின் கலவையே பிட்டுமென் ஆகும். இதைத்தவிர கார்பனும் இதில் காணப்படுகிறது பிட்டுமெனின் சிறந்த வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறனுக்குக் காரணம் இதில் குறைந்த அளவு காணப்படும் நிறையுருத ஹைட்ரோ கார்பன்கள் ஆகும். மேலும், வல்கனுக்கல் முறையை ஒத்து, மிகக் குறைவாக உள்ள நிறையுருத ஹைட்ரோ கார்பன்களும், கந்தகத்துடன் வினைபுரிந்து கடினத்தன்மையைப் பிட்டுமென் பிளாஸ்டிக்குக்கு அளிக்கின்றன.

சிறந்த மின்னியல்புகள், ஏற்றமிக்க அமில எதிர்ப்புத் தன்மை இவற்றின் பொருட்டு, பிட்டுமென் பிளாஸ்டிக் தகுந்த நிரப்பிகளுடன் கலக்கப்பட்டு, மின்கலப் பெட்டிகள் தயாரிக்க-

உதவுகிறது. இப் பிளாஸ்டிக்கின் கறுப்பு நிறம் காரணமாக, வேறு எந்த வண்ணமும், இப் பிளாஸ்டிக்குக்குக் கொடுக்க முடியாது.

சாலைகள்போடப் பிட்டுமென் பயன்படுகிறது என்பதை எல்லோரும் நன்கறிவர்.

அரக்கு (Shellac)

முத்திரை வைக்கப் பயன்படும் அரக்கு இயற்கையில் கிடைக்கும் பலபடியாகும். அரக்கின் ஆல்கஹால் கரைசல் மரச் சாமான்களுக்கு மெருகு கொடுக்கப் பயன்படுகிறது. இதைத்தவிர கிராமபோன் ரிக்கார்டுகளும் அரக்கிலிருந்துதான் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆனால், தற்சமயம் தொகுப்பு முறையில் கிடைக்கும் பலபடிகளாலான ரிக்கார்டுகள் வரத் தொடங்கியுள்ளன என்று பல்வினைல் க்ளோரைடு அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம்.

லாக் (lac) என்ற பூச்சிகளிலிருந்து கிடைக்கும் பிசினே அரக்கு. இவ்வகைப் பூச்சிகள் இந்தியாவில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இப் பூச்சிகள் முட்டையிட்ட பின் அதனைக் காக்கும் பொருட்டு முட்டைகளைச்சுற்றி இப் பிசினாலான கூட்டைக் கட்டுகின்றன. தாய்ப் பூச்சியும் இக் கூட்டில் அடைபட்டு விடுகிறது. குஞ்சு பொரிக்க ஆறுமாத காலமாவதால் அதற்குள் இக் கூடு நன்கு இறுகிவிடுகிறது. குஞ்சு பொரித்த பின், இக் குஞ்சுகள் கூட்டைத் துளைத்துக்கொண்டு வெளியேறுகின்றன. மரக்கிளைகளிலிருந்து இப் பிசின் கூட்டை அகற்றி, வென்னீரில் அல்லது நீர்த்த காரக்கரைசலில் கழுவும்போது பிசினில் கரைந்துள்ள சாயப் பொருள்கள் வெளியேற்றப் படுகின்றன. "விதை அரக்கு" (seed lac) என்று வழங்கப்படும் இவ் விளைப்பொருளை வெப்ப மூட்டி, துணியில் வடிக்கட்டிப் பிழிய, தூய்மையான அரக்குச் செதில்கள் கிடைக்கும். அல்லது தகுந்தவாறு உறையச் செய்து "பொத்தான் அரக்கை"ப் (Button lac) பெறலாம்.

அரக்கு தனிச் சேர்மம் அல்ல. அது சேர்மங்களின் கலவை ஆகும். இக் கலவையில் மிகவும் முக்கியமானவை எனக் கருதப் படுவது பல்ஹைட்ராக்ஸி அமிலங்கள் ஆகும். அல்யூரட்டிக் அமிலம் (Aleuritic acid-Tri hydroxy palmitic acid), செல்லோயிக் அமிலம் (Shelloic acid) — $C_{13}H_{16}(OH)_2(COOH)_2$ இவை இரண்டுமே அரக்கில் மிகுதியாகக் காணப்படும் அமிலங்கள்

ஆகும். அரக்கில் மேற்கூறிய பிசின்கள் 70—85 சதவீதம் உள்ளன. இதைத்தவிர 6 சதவீதம் மெழுகு, 6·5 சதவீதம் சாயப் பொருள்கள், மிகக் குறைந்த அளவு தாவரக்குப்பை, பூச்சிக் குப்பைகள் போன்றவைகளும் அரக்கில் காணப்படுகின்றன.

இதன் தாழ்ந்த இளகுநிலை, ஆல்கஹாலில் எளிதில் கரையும் திறன் இரண்டும் இப் பிசின் கரைசலை மரச் சாமான்களுக்கு மெருகூட்ட உதவுகின்றன. மேலும், லாக்கரின் (மெருகு) உலரும் நேரத்தைக் குறைக்க ஓரளவு செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் கலக்கப்பட்ட கரைசல்தான் இப் பணிக்குப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

கரிம நீர்மங்களான கீடோன்கள், எஸ்டர்கள், ஹைட்ரோ கார்பன்களில் கரையாத அரக்கு கார்பனேட் கரைசலில் கரைந்து, அமிலத்தைச் சேர்க்க, மீண்டும் அரக்கு வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. அரக்கு மின்சுடர் எதிர்ப்புத் தன்மையும், தாழ்ந்த மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி பெற்றிருப்பினும் மின்காப்பாளுக அரக்கைப் பயன்படுத்த அதன் நீர் உறிஞ்சும் தன்மை முட்டுக்கட்டை போடுகிறது.

கடினத் தன்மை கொண்ட அரக்கு வார்ப்பின் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மை காரணமாகவே இதனைக் கொண்டு கிராம போன் ரிக்கார்டுகள் தயாரிக்க முடிகிறது.

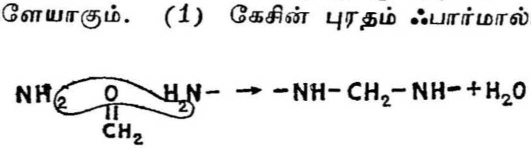
கேசின் (Casein)

கேசின் எனப்படும் புரதம் பசும்பாலில் உள்ளது. பால்மத் திற்குச் (emulsion) சிறந்த சான்ருன பாலில், அதில் காணப்படும் கொழுப்புச் சத்தை நீரில் சிதறச் செய்யக் கேசின் நிலைநிறுத்தி உதவுகிறது. பாலில் கால்சியம் உப்பாக உள்ள கேசினை, பாலில் அமிலத்தைக் கலந்து, வீழ்படிவாகப் பெறலாம். பாலை அப்படியே நீண்ட நேரம் வைத்திருந்தால், லாக்டோஸ் (lactose) எனப்படும் பால் சர்க்கரை லாக்டிக் அமிலமாக மாறிப் பாலில் உள்ள கேசினை வீழ்படிவாக்குகிறது.

கேசின் பிளாஸ்டிக் தயாரிக்க முதலில் கேசினைப் பாலிலிருந்து பெற வேண்டும். கொழுப்புச் சத்து நீக்கப்பட்ட பாலில் 'ரென்னட்' (Rennet) எனப்படும் என்ஸைம் (enzyme) சேர்த்தால் கேசின் கிடைக்கும். அமில முறையில் கேசினைப் பாலிலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடிந்தாலும், 'ரென்னட்' முறை தான் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினை 37°C வெப்பநிலையில்

நடைபெறுகிறது. ரவை வடிவக் கேசினைப்பெற, வினை வெப்ப நிலையைப் பின்பு 65°C-க்கு உயர்த்த வேண்டும். வீழ்படிவாகக் கிடைக்கும் கேசினை நன்கு உலர்த்த வேண்டும். உலர்த்தப் பட்ட கேசினைத் தூளாக மாற்றிப் பின்பு 25 சதவீதம் நீரைத் தெளிக்க வேண்டும். பின் தேவையான சாயப் பொருள்களைக் கலந்து பிழிந்து வார்த்தல்முறை மூலம் கேசின் குழாய்கள், தடிகள், தகடுகள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கலாம். வடிவ அச்சிலிருந்து வெளியே வரும் பிழியப்பட்ட பகுதிகள் மிக மென்மையாகக் காணப்படுவதால், வடிவக் குலைவைத் தவிர்க்க, பிழியப்பட்ட பகுதிகளை (extrudate) தகுந்தபடி தாங்கியின் உதவியால் தாங்க வேண்டும் பிழிந்த வார்ப்புகளைக் குளிர்ந்த நீரில் குளிரச் செய்தபின் இவற்றைக் கடினமாக்கும் பொருட்டு ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலில் ஊற வைக்க வேண்டும். ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலின் செறிவு 4—5 சதவீதமாக இருக்கவேண்டும். இதைவிடச் செறிவு உயர்ந்த ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலில் கேசின் பிளாஸ்டிக்கின் (பிழியப்பட்ட பகுதியின்) புறப்பரப்பு மட்டும் விரைவில் கடினமடைந்து விடுவதால், ஃபார்மால்டிஹைடு அதனுள் ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது இதன் விளைவாகப் பிளாஸ்டிக்கின் உட்பாளங்கள் (inner layers) போதுமான அளவு கடினமடையாமல் இருந்து விடுகின்றன.

ஓர் அங்குல விட்டமுள்ள தடியைக் கடினப்படுத்தக் கிட்டத் தட்ட 12 மாதங்கள் வரை ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலில் ஊற வைக்கவேண்டும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஃபார்மால்டிஹைடுக் கரைசலின் வெப்பநிலையை 60°C-க்குக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். மேலும், இதன் P_H 4—7-க்குள் இருக்கவேண்டும். கேசின் பிளாஸ்டிக்கைக் கடினமாக்க நீண்ட நாள்கள் அல்லது நீண்ட நேரம் (பொருளின் தடிப்புக்குத் தக்கபடி) ஃபார்மால்டிஹைடில் ஊற வைக்க வேண்டும் என்று கூறுவதற்கான காரணங்கள் கரைசலில் பிளாஸ்டிக்குக்கு ஏற்படும் இரண்டு மாற்றங்களேயாகும். (1) கேசின் புரதம் ஃபார்மால்டிஹைடுக்



கரைசலில் உள்ள நீரை உறிஞ்சிப் பருத்து விடுகிறது. (2) புரத மூலக்கூறுகளில் காணப்படும் அமினோத் தொகுதி ஃபார்மால்டிஹைடுடன் வினைபுரிந்து நீர் மூலக் கூறுகளை வெளியேற்றுகிறது. இதனால் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது.

இப் பிளாஸ்டிக்கைச் சரிவரக் கடினப்படுத்த, மேற்கூறிய ஒன்றுக்கொன்று முரண்பாடான இரு மாற்றங்களையும் சரிக் கட்டவேண்டும். இதன் பொருட்டு ஊறவைக்கும் நேரம், வெப்பநிலை, கரைசலின் செறிவு இவற்றை நன்கு கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

ஃபார்மால்டிஹைடு தொட்டியிலிருந்து வெளியே எடுக்கப் பட்ட கேசின் பிளாஸ்டிக் பொருளை, உள் தகைவுகள் ஏற்பட்டு வலிமை குன்றுமல் இருக்கச் செய்ய, கவனத்துடன் உலர்த்த வேண்டும்.

கேசின் பிளாஸ்டிக்கில் வளைப்புத் தன்மை சிறந்து காணப் படினும் இதன் தாக்கு வலிமை குறைவு. இதன் நீர் உறிஞ்சும் தன்மை காரணமாக, மின்னெதிர்ப்புத் தன்மையை ஈரமிக்க சூழ்நிலையில் இழந்து விடுகிறது. இதன் அமில எதிர்ப்புத் தன்மையும் மிகக் குறைவாகும்.

கேசின் பிளாஸ்டிக் பொருள்களை அவற்றின்மேல் படிந் துள்ள எண்ணெய்ப் பசையை நீக்கிவிட்டு, நீரில் கரைந்துள்ள சாயப் பொருள்களில் நனைத்தால், பிளாஸ்டிக்கின் மேற்பரப்பில் மட்டும் சாய மேற்றப்படுகிறது. இத் தனிப் பண்பினுல் வித விதமான வண்ணப் பொத்தான்கள் தயாரிக்க இப் பிளாஸ்டிக் பயன்பட்டது. ஒட்டுவிப்பிகளாகவும் கேசினின் பணி குறிப்பிடத் தக்கது.

19. நீட்சி நெகிழிகள்

(ELASTOMERS)

இவை இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்கும் இளகவல்ல நெகிழிகளுக்கும் இடையிலான தன்மைகள் வாய்க்கப் பெற்றவை.

நீட்சி நெகிழிகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ரப்பராகும். கொலம்பஸ் அமெரிக்காவில் இறங்கியவுடன் அங்கிருந்த செவ்விந்தியர்கள் ஒரு பந்தை தரையில் வீசி எறிந்து விளையாடுவதைக் கண்டார். அப்பந்து மேலெழும்புவதைக் கண்டு வியந்தார். ஏனெனில், அவர் ரப்பரை அறிந்தாரிலர். ரப்பர் முதன் முதலில் பிரேசிலிலும், தென்கிழக்கு ஆசியாவிலுமே பயிரிடப்பட்டது.

உலக ரப்பர் உற்பத்தியில் 2·5% இந்தியாவின் பங்கு. உலக அரங்கில் இந்த உற்பத்தியில் நாம் ஐந்தாவது இடத்தைப் பெற்றிருக்கிறோம். ஆனால், தான் உற்பத்தி செய்யும் ரப்பர் முழுவதையும் தானே செலவழித்துவிடும் ஒரே நாடு நம் நாடு தான். இந்திய ரப்பர்த் தோட்டங்களில் 93 சதம் கேரளத்திலுள்ளது.

ரப்பரின் மூலப்பொருள் ரப்பர் மரத்தின் பட்டைகளில் வெட்டு ஏற்படுத்தி வடிக்கப்படும் வெண்மைநிற நீர்மமாகும். இதற்கு ரப்பர் பால் (latex) எனப் பெயர். ஏனெனில், இது தன்மைகளில் பசும்பாலையொத்தது. கொழுப்புச் சத்துக்களும் நீரும் சேர்ந்த பால்மம் பால் என்றால், ரப்பர்ப் பொருளும் நீரும் சேர்ந்த பால்மமே ரப்பர் பால். பாலைப்போன்றே ரப்பர் பாலிலும் புரதங்கள் உள்ளன. பாலைத் திரிக்க வீரியமற்ற அமிலங்களை ஊற்றலாம். அதே போன்று ரப்பர் பாலையும் திரித்துவிடலாம். பாலில் தோன்றுவது போன்றே ரப்பர்

பாலிலும் ஆடை தோன்றும். ரப்பர் பாலில் 35 சதம் ரப்பர் பொருளும், 60 சதம் நீரும், புரதங்கள், பிசின்கள் ஆகிய வையும் அடங்கியுள்ளன.

ரப்பர் பாலிலிருந்து ரப்பரைப்பெற திரிதல் (coagulation) முறையே ஒரே வழியாகும். அசிட்டிக் அமிலத்தைக் கலந்தால் ரப்பர் வீழ்படிகிறது. இந்தக் கச்சா ரப்பர் இரண்டே துறைகளில் தான் பயனாகிறது.

(1) புகையேற்றம் செய்யப்பட்ட ரப்பர் (Smoked rubber)

ரப்பர் வீழ்படிவை உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தித் தகடு களாக்கி, இத் தகடுகளை ஓர் அறையில் தொங்கவிட்டுப் புகையை அவற்றின்மீது படியச்செய்ய வேண்டும். புகையிலுள்ள கார்பன் ரப்பருக்கே உரித்தான செம்பழுப்பு நிறம் கொடுப்ப துடன் அதன் மேல் பூசணம் படர்வதைத் தடுக்கின்றது.

(2) க்ரேப் ரப்பர் (Crepe rubber)

திரிந்த ரப்பரை உருளைகளுக்கிடையிலிட்டு விரிப்புகளை நன்கு கழுவி உலர்த்தவேண்டும். இந்த ரப்பர்த் தயாரிப்பில் ரப்பர் பாலைத் திரிக்குமுன் சோடியம் பை சல்ஃபைட்டுடன் கலந்து நிறத்தை நீக்கவேண்டும் (bleaching).

தூய ரப்பர்ப் பொருள் தயாரிப்பு

ரப்பர் பாலிலிருந்து புரதச் சத்துக்களை 2% சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலினால் சிதைவுறுத்தினால், புரதப் பொருள் கரைந்துவிடும். ரப்பர் ஆடையாக (cream) மேலெழும்பும். கரைசலிலுள்ள மற்ற பொருள்களிலிருந்து இதைக் கூழ் பிரிப்பு முறை (dialysis) மூலம் பிரிக்கலாம். இறுதியாக இக் கூழை அசிட்டோன் எனும் நீர்மத்துடன் கலக்கினால் பிசின்கள் அசிட்டோனில் கரைந்துவிடும். தூய ரப்பர் கிடைக்கும். ரப்பர் ஓர் ஹைட்ரோ கார்பன். அது ஒரு நிறைவுறாத மூலக்கூறு ரப்பரின் வேதியியல் பெயர் 'ஒருபக்க பல்ஐசோப்ரின்' (Cis - polyisoprene) என்பதாகும். மூலக்கூறின் வடிவ வாய்பாடு 3 ஆம் அத்தியாயத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ரப்பர் மூலக்கூறின் சராசரி மூலக்கூறு எடை சுமார் பத்து இலட்சமாகும். ரப்பர் மூலக்கூறு உப்பீனிகளுடனும், ஓசோனுடனும் வினைபுரியும். ஓசோனுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம்தான் ரப்பரின் மூலக்கூறு எடையை முதன்முதலாகக்

கண்டுபிடித்தனர். பின்னர் எக்ஸ் - கதிர் பயன்படுத்தி இம் மூலக்கூறு எடையைச் சரி பார்த்தனர்.

கச்சா ரப்பருக்குப் பயன்கள் அதிகம் இல்லை. 1819-ல் மாக்கென்டாஷ் (Mackintosh) என்பார் ரப்பரினாலான மழைக் கோட்டு ஒன்றினைத் தயாரித்தார். ஆனால், அது கோடைக் காலத்தில் உருகுவதாகவும், குளிர் காலத்தில் செதில் செதிலாகப் பெயர்ந்துவிடுவதாகவும் இருந்தது. கச்சா ரப்பரின் (raw rubber) குறைகள் அப்பொழுதுதான் தெரியவந்தன. அவை யாவன :

(1) அது விரைவில் சிதைந்துவிடும். காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் ரப்பர் சங்கிலிகளிடையே புகுந்து குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும் அதே நேரத்தில் பலபடியை ஒருபடியாக்கும் வினையையும் ஊக்குவிக்கின்றது.

(2) 10°C-க்குக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ரப்பர் படிகத் தன்மை பெற்று நொறுங்கும் இயல்புடையதாகி விடுகிறது.

(3) சூடுபடுத்தினால் விரைவில் இளகுகின்றது.

(4) எண்ணெய்களில் அளவுக்கு மீறிப் பருத்துப் பெருகுகின்றது.

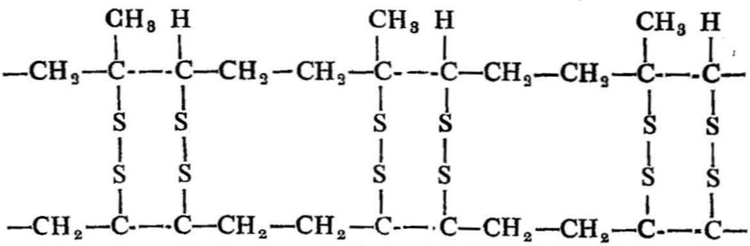
(5) நீண்ட காலத்திற்கு ஒரு விசைக்குட்படுத்தப்பட்டால், நெகிழ்வுநிலைப் பாய்வு (plastic flow) ஏற்படும். அதாவது, நீட்சியுற்ற ரப்பர் பழைய நிலைக்குத் திரும்பாது. இதனால் ரப்பர்ப் பொருள்களின் உருவங்கள் நிலையான மாற்றத்திற்குள்ளாகின்றன. க்ரீப் ரப்பர் ஒரு கச்சா ரப்பர் ஆகும். இதனால் தயாரிக்கப்பட்ட செருப்பின் அடிப்பாகம் நாளடைவில் வடிவு குலைந்துவிடும்.

ரப்பர் பதனிடல் (Vulcanization of rubber)

குட்இயர் (Goodyear) என்பார் ரப்பரைக் கந்தகத்துடன் சூடேற்றினால் ரப்பரின் மேற்கூறிய குறைகள் யாவும் மறைந்து விடுகின்றன எனத் தற்செயலாகக் கண்டு பிடித்தார். ஹான்காக் (Hancock) என்பார் குட்இயருடன் தொடர்பு கொள்ளாமல் தனியாகவே இவ்வுண்மையை அறிந்தார். கந்தகத்துடன் சூடுபடுத்துவதால் ரப்பர் பதனிடப்படுகிறது. ஆங்கிலத்தில் இதை 'வல்கனைசேஷன்' (Vulcanization) என்பர். வல்கனோ (Volcano) என்றால் எரிமலை. எரிமலை பொங்கும்பொழுது தீப்பிழம்பும்

கந்தகமும் வெளிவருகின்றன. ரப்பர் பதனிடுகையில் வெப்பமும் கந்தகமும் பயனுறுவதால் பதனிடலை 'வல்கனைசேஷன்' என்று குறிப்பிட்டனர். ஆனால், இச் சொல் அவ்வளவு பொருத்தமான சொல் அன்று. ஏனெனில், வெப்பத்தின் உதவியில்லாமல் (அறை வெப்பநிலையிலேயே) ரப்பரைப் பதனிடலாம். கந்தகம் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படவேண்டும் என்ற விதிமுறையும் இல்லை. கந்தகத்திற்குப் பதிலாக சல்ஃபர் மானோக்ளோரைடு (S_2Cl_2) எனும் பொருளைக் கார்பன் டெட்ரா க்ளோரைடில் கரைத்துப் பயன்படுத்தலாம். பதனிடலுக்குச் சிறந்த வெப்ப வரம்பு 140°C-யிலிருந்து 150°C வரையுள்ள வெப்பநிலைகளை உள்ளடக்கியதாகும்.

ரப்பர் பதனிடுகையில் கந்தகம் ரப்பர் சங்கிலிகளிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துகிறது.



பதனிடப்பட்ட ரப்பர் மூலக்கூறின் தோற்றம்

பதனிடப்பட்ட ரப்பரைத் தாமிரக் கம்பிகளுக்கு உறையாகப் பயன்படுத்துவது உசிதமல்ல. அந்த ரப்பரிலுள்ள தனி கந்தகம் தாமிரத்துடன் வினைப்பட்டுத் தாமிரத்தை அரித்து விடும். தாமிரத்தாலான மின்வடங்களுக்கு ஈயப் பூச்சு கொடுத்துப் பின்பு ரப்பர் உறையிடலாம்

ரப்பரிலிருந்து ரப்பர்ப் பொருள்களைத் தயாரிப்பதில் முதல் படி ரப்பரை அரைத்துக் கூழாக்குவதாகும் (mastication). இக் கூழில் பின்வரும் பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன :

(1) கந்தகம் (பதனிடுவதற்கு).

(2) பதனிடுதல் முடுக்கிகள் (vulcanization accelerators): மெர்காப்டோ பென்சோ தையசோல் என்பது இவ்வகை முடுக்கிகளுள் ஒன்று. முடுக்கிகள் கந்தகத்தை உறிஞ்சி வீரியம் மிகுந்த கந்தகமாக வெளிவிடுகின்றன. முடுக்கிகளைக் கலந்தால் பதனிடல் அறை வெப்பநிலையி

லேயே நிகழும். முடுக்கிகள் குறுக்குப் பிணைப்புகளைக் கட்டுப்பாடாக வளரச் செய்கின்றன. அவை மற்றொரு சிறப்பான தன்மையையும் பெற்றுள்ளன. கந்தகம் சூடான ரப்பரில் கரையும். குளிர்ந்த ரப்பரில் கரையாது. ஆகையால் வல்கனைசேஷனின்போது பயன் படுத்தப்பட்ட மிகுதியான கந்தகம் ரப்பரைக் குளிர்விக்கையில் தனியே பிரிந்து ரப்பர் பரப்பின்மீது பூப்போன்று படரும். இதனால் உயர் வெப்பநிலையில் கண்ணாடியைப் போன்று தெளிவாக இருக்கும் ரப்பர் அறை வெப்பநிலையில். மேக மூட்டம் போலத் தோற்ற மளிக்கும். முடுக்கிகள் சேர்த்தால் குறைந்த அளவில் கந்தகம் பயன்படுத்தப்பட்டாலும் போதுமானது. இதனால், கந்தக மிகுதி தவிர்க்கப்பட்டு மேற்கூறிய நிகழ்ச்சி தடுக்கப்படுகிறது.

(3) துத்தநாக ஆக்சைடு: இப் பொருளின்றி ரப்பர்த் தொழிலே இல்லை எனலாம். வல்கனைசேஷன் இதன் முன்னிலையில்தான் நிகழும்.

(4) வலுவூக்கிகள்: ரப்பருக்கு வலுவூக்கத் தொன்று தொட்டு கருங்கரியே (carbon black) பயனாகி வந்துள்ளது.

(5) நிரப்பிகள்: ரப்பரின் கடினத் தன்மையைச் சற்றே கூடுதலாக்கவும், ரப்பர் பொருள்களின் விலையைக் குறைக்கவும் உதவுகின்றன. வெண்களிமண் (China clay) ஓர் எளிய நிரப்பியாகும்.

(6) மென்மையூட்டிகள்: ஸ்டியரிக் அமிலம் போன்றவை. ரப்பர்க் கலவை சீரான எடை வீதம் பெறுவதற்கு இவை தேவைப்படுகின்றன.

(7) ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பான்கள்: ரப்பரின் ஆக்சிஜனேற்றத்தைச் சில அமின்கள் (அரோமாடிக்) தடுக்கின்றன.

(8) நிறப் பொருள்கள்.

ரப்பர்க் கூழில் மேற்கூறிய பொருள்களைக் கலந்து உருளைகளுக்கிடையில் செலுத்தி ஏடுகளாகப் (sheets) பெறலாம். அல்லது பிழிந்து வார்த்துத் தடிகளாகவும், குழாய்களாகவும் தயாரிக்கலாம்.

இவற்றிலிருந்து ரப்பராலான முழுவடிவம் பெற்ற வார்ப்புகள் தயாரிக்க அழுத்தப் பக்குவம் (pressure) எனும் முறை பயன்படுகிறது. இங்கு வார்ப்பு உருவாகும்போதே வல்கனைசேஷனும் நடைபெறும். எந்த ரப்பர்ப் பொருள் நமக்குத் தேவையோ, அதன் வடிவிற்கு ஏற்றாற்போல் ரப்பர் ஏடுகளைக் கத்தரித்து வார்ப்பில் பொருத்தி அழுத்தம் கொடுக்கவேண்டும். நீராவிச் சூடில் பக்குவம் முற்றுப் பெறுகின்றது. சைக்கிள் குழாய்கள், செருப்பின் அடிப்பாகங்கள் முதலியன இவ்வாறே தயாராகின்றன. டயர்கள், சுமந்து செல்லும் நாடாக்கள் முதலியவை ரப்பரைப் பருத்தி அல்லது ரேயான் துணிகளின் மீது பரப்புவதன்மூலம் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ரப்பரைப் பெட்ரோலியப் பொருளான நாஃப்தாவில் (naphtha) கரைத்து, சிமிண்டுபோன்று துணிப்பரப்பின்மீது பூசவேண்டும். பிறகு கரைப்பானை ஆவியாக வெளியேற்ற வேண்டும். திரும்பத் திரும்ப இவ்விரு செயல்களையும் நல்ல தடிமனான ரப்பர்ப் பொருள் கிடைக்கும்வரை நிகழ்த்த வேண்டும்.

கரும் ரப்பர்

வழக்கமாக ரப்பர் பதனிட ஒன்று முதல் ஐந்து சதம் வரை தான் கந்தகம் கலக்கப்படுகிறது. மாறாக, 35 சதத்திற்கும் மேலாகக் கந்தகம் சேர்க்கப்பட்டால், கிடைக்கும் ரப்பர் கடினமாகவும் கருமை நிறம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இதை எபொனைட் (ebonite) என்பர். இது தன்மைகளில் இறுகவல்ல நெகிழிகளையொத்தது. பேனாக்கள், மின்செருகிகள் (plugs), தடுப்பான்கள் (switches) முதலியவை எபொனைட்டினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எபொனைட்டை இறுகவல்ல நெகிழிகள் பெருமளவிற்குப் பதிலீடு செய்துவிட்டன.

ரப்பர் பாலின் பயன்கள்

ரப்பர் பாலுக்கு நேரிடைப் பயன்களும் உண்டு. ரப்பர் பாலைத் திரிந்து போகாமல் காக்கச் சில காப்புக் கூழ்களும் (ஜெலடின்), அம்மோனியாவும், சில சோப்புகளும் பயன்படுகின்றன. முதற்கண் ரப்பர் பாலை மையம் விட்டோடல் முறையிலோ, ஆவியாக்குதல் மூலமோ அடர்வாக்க வேண்டும். செறிவடைந்த ரப்பர் பால் (concentrated latex) கையுறைகள் (gloves), பலூன்கள், விரிப்புகள், நீர்புகவிடா ஏடுகள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் செலவாகிறது.

ரப்பர் பாலினுள் காற்றைச் செலுத்தி அம்மோனியாவை அகற்றவேண்டும். நுரைதரும் சோப்பையும், மெள்ளத் திரிய

வைக்கும் பொருளான ஃப்ளுவோசிலிக்கேட்டையும் சேர்த்து விரைவில் கலக்கி, கிடைக்கும் நுரையை வார்ப்பு அச்சில் ஊற்றி விடவேண்டும். திரிதல் இப்போது நடக்கும். பதனிடுதலை நீராவி யின் உதவி கொண்டு நிகழ்த்தலாம். இம் முறையில் தயாரிக்கப் படும் பொருள்களுள் கார் சீட்டுகள், மெத்தைகள், சோபாக்கள் ஆகியன அடங்கும். ரப்பர் பால் ஒரு நல்ல ஒட்டுவிப்பியாகும்.

மீட்கப்பட்ட ரப்பர் (Reclaimed rubber)

பழைய ரப்பர்ப் பொருள்களை (கார் டயர் போன்றவற்றை) மறுபடி ரப்பர் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தலாம். அவற்றைச் சிறிய துண்டுகளாக வெட்டி நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலிலிட்டு 150° முதல் 190°C வரை நீராவி அழுத்தத்தில் சூடேற்றினால் டயரிலுள்ள துணி நிலையிறக்கமாகின்றது. கந்தகமும் கரையும். குறுக்குப் பிணைப்புகள் அதிகம் பாதிக்கப் படுவதில்லை. பலபடிச் சங்கிலியின் நீளம் மட்டுமே குறைக்கப் படுகின்றது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் ரப்பரை நன்கு கழுவி, உலர வைத்து, தூளாக்கிப் புதிய ரப்பர்க் கலவையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இதனால் உருவாக்கப்படும் ரப்பர்ப் பொருளின் அடக்கவிலை சற்றுக் குறையும். நம் நாட்டில் நான்கு இடங்களில் ரப்பர் மீட்கும் தொழிற்கூடங்கள் உள்ளன. மீட்கப்பட்ட ரப்பர் 400 சதத்திற்கும் குறைவான மீட்சியே (elasticity) உடையது.

செயற்கை நீட்சி நெகிழிகள் (Synthetic elastomers)

செயற்கை முறையில் இயற்கை ரப்பர் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதுடன், பல புதிய ரப்பர்கள் தொகுப்பு முறையில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன என்பதும் இயற்கை ரப்பரின் மார்க் கெட்டில் ஒரு சரிவை ஏற்படுத்தியுள்ளது. செயற்கை ரப்பர்கள் யாவும் மீள்தன்மை (elasticity) பெற்றவை என்ப துடன் அவற்றிற்கும் இயற்கை ரப்பருக்கும் இடையிலுள்ள ஒற்றுமை முடிந்ததாகக் கருதவேண்டும். பல தன்மைகளில் இயற்கை ரப்பருக்கும் செயற்கை ரப்பருக்கும் (எவ்வகை யாயினும்) தொடர்பில்லாமல் இருக்கிறது.

செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட முதல் ரப்பர் மீத்தைல் ரப்பராகும். முதல் உலகப் போரின்போது ஜெர்மனியில் கடுமையான ரப்பர் பற்றாக்குறை ஏற்பட்டது. அதைச் சமாளிக்க ரப்பரை ஆக்க முறையில் தயாரிக்க முயற்சி எடுக்கப்பட்டது. அதன் விளைவுதான் மீத்தைல் ரப்பர். மீத்தைல் ரப்பர் போரின் நெருக்கடியில் உதவியது என்றாலும், இயற்கை ரப்பருடன் ஒப்பிடக்கூடிய தன்மைகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை.

ப்யூனு - எஸ் ரப்பர் (Buna-S rubber)

செயற்கை ரப்பர் தயாரிப்பில் அடுத்த முயற்சியும் ஜெர்மனியில்தான் மேற்கொள்ளப்பட்டது. 1930-ல் தொடங்கிச் சுமார் ஐந்து ஆண்டுகள் முயன்று வெற்றி காணப்பட்டது. இந்த ரப்பர் ப்யூனு - எஸ் (Buna - S) என்று குறிப்பிடப்பட்டது இதன் தயாரிப்பில் ப்யூட்டாடையீன் (ஒருபடி மூலக்கூறுகளில்) முக்கியமான பங்கு வகித்ததாலும், சோடியம் வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டதாலுமே இப் பெயர் தீர்மானிக்கப்பட்டது (சோடியத்தின் குறியீடு Na ஆகும்). ஜெர்மன் தயாரிப்பு பல நாள்களுக்கு நடக்கும் வினையை அடிப் படையாகக்கொண்டிருந்தது. இதே வினையை வேறொரு வினைவேகமாற்றி கொண்டு அமெரிக்காவில் நிகழ்த்தியதில் சில மணிநேரத்திற்குள்ளாகவே ரப்பர் கிடைத்தது. அமெரிக்கா இந்த ரப்பருக்கு GR-S எனப் பெயர் சூட்டியது. GR-S என்பதன் பொருள் Government - Rubber Styrene. அதாவது, ஸ்டைரீன் கொண்டு அரசின் ஏகபோக உரிமையில் தயாரிக்கப்பட்ட ரப்பர். இப்போது இதே ரப்பரை SBR என்ற பொதுப் பெயரில் குறிப்பிடுகின்றனர். SBR என்றால் ஸ்டைரீன் - ப்யூட்டாடையீன் ரப்பர் என்று பொருள்.

SBR ரப்பர் ஸ்டைரீனையும் ப்யூட்டாடையீனையும் இணைப் பலபடியாக்குவதன் மூலம் தொகுக்கப்படுகிறது. ஸ்டைரீனையும், ப்யூட்டாடையீனையும் நீருடன் கலந்து பால்மம் ஒன்றைத் தயாரிப்பதே ரப்பர்த் தொகுப்பில் முதல் படியாகும். இங்குப் பொட்டாசியம் ஓலியேட் எனும் சோப்பு பால்மம் ஆக்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப் பால்மத்துடன் பொட்டாசியம் பெர்சல்ஃபேட் எனும் வினைவேகமாற்றியைக் கலப்பர். குறுக்குப் பிணைப்புகளையும், சங்கிலிகளின் நீளத்தையும் கட்டுக்குள் வைத்திருக்க டோடெகைல் மெர்காப்டன் (dodecyl mercaptan) என்ற திருத்தி சேர்க்கப்படுகின்றது. வெப்பநிலை 0°C ஆக இருப்பின், விளைவாகும் ரப்பர் 'குளிர் ரப்பர்' என்றும், வெப்ப நிலை 50°C-லிருந்து 60°C வரையுள்ள வெப்ப வரம்பிற்குள் இருப்பின், கிடைக்கும் ரப்பர் 'சூடான ரப்பர்' என்றும் குறிப்பிடப் படுகின்றது. பால்மம் பலபடியாக்கல் மூலம் கிடைக்கும் ரப்பர் பாலில் நிலையிறக்கத்தைத் தடுத்து நிறுத்தும் சேர்மங்களைக் கலந்து சேமித்து வைக்கலாம். ரப்பரின் மூலக்கூறு எடை விணைபடும் பொருள் கலவையில் ப்யூட்டாடையீன் - ஸ்டைரீன் விகிதத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். சாதாரணமாக ப்யூட்டாடையீன் : ஸ்டைரீன் எடை விகிதம் : : 75 : 25 உள்ள கலவையே

பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஸ்டைரீன் 75 சதம் கொண்ட கலவை பயன்படுத்தப்பட்டால் கடினமான ரப்பர் கிடைக்கும்.

ரப்பர் பாலினின்றும் ரப்பர்ப் பொருள்களைத் தயாரிக்கும் வழி முறைகளில் இயற்கை ரப்பருக்கும் செயற்கை ரப்பருக்கும் வேறுபாடு எதுவும் இல்லை. பதனிடுதல், வலுவூக்குதல் ஆகிய எல்லாக் கட்டங்களிலும் இயற்கை ரப்பருக்குப் பயன்படுத்தப் பட்ட பொருள்களையே இங்கும் பயன்படுத்தலாம். பதனிடப்பட்ட செயற்கை ரப்பர் பதனிடப்பட்ட இயற்கை ரப்பரைவிடத் தேய் மானம் குறைவாக வாய்க்கப்பெற்றது. ஆனால், இயற்கை ரப்பரினாலான கார் டயர்கள் இரு வகைகளில் SBR கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டவற்றைவிட உயர்ந்தவை. SBR டயரின் பரப்பில் ஒரு சிறு கீறல் ஏற்படுமாயின், கார் ஓடும்போது அது விரிந்து டயர் முழுதும் பரவும். மேலும், வேகமாகச் சுற்றும்போது SBR டயர் எளிதில் சூடாகிறது. குளிர்விக்கையில் பழைய நிலையை அடைவதில்லை. மேற்கூறிய இரு குறைகளும் இயற்கை ரப்பரில் காணப்படுவதில்லை.

நியோப்ரின் ரப்பர் (Neoprene rubber)

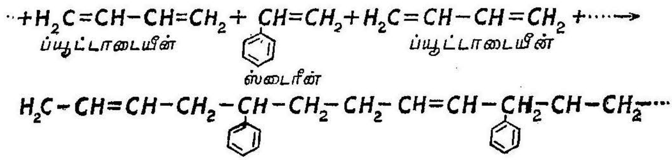
பலபடியியலில் பல சாதனைகள் நிகழ்த்திய பெருமைக்குரியவ ரான கராதர்ஸின் விடாமுயற்சியால் 1931-ம் ஆண்டு டுபாண்ட் கம்பெனி 'ட்யூப்ரின்' என்ற பெயரில் ஒரு ரப்பரைத் தயாரிக்க முடிந்தது. 'ட்யூப்ரின்' (Duprene) பின்பு நியோப்ரின் (Neoprene) என்று மறுபெயர் சூட்டப்பட்டது.

நியோப்ரின் ரப்பரின் மூலப்பொருள் க்ளோரோப்ரீன் (Chloroprene) ஆகும். அசிட்டலினை அம்மோனியம் க்ளோ ரைடும், க்யூப்ரஸ் க்ளோரைடும் கலந்த கரைசலில் செலுத்தி முதலில் 10°C-யிலும், பின்பு 30°C-யிலும் வினையை நிகழ்த்தினால் க்ளோரோப்ரீனைப் பெறலாம்.

க்ளோரோப்ரீனை நீருடன் பால்மமாக்கி SBR போன்றே செயல்முறைக்குட்படுத்த வேண்டும்.

நியோப்ரினில் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உண்டாக்கக் கந்தகம் தேவையில்லை. துத்தநாக ஆக்சைடு மட்டும் சேர்த்துச் சூடுபடுத்தினால் போதுமானது.

நியோப்ரின் இயற்கை ரப்பரின் தன்மைகள் யாவற்றையும் பெற்றிருப்பதுடன், ஒரு சில தனித்தன்மைகளும் பெற்றுள்ளது.



SBR சங்கிலி

ஸ்டைரீன் ப்யூட்டாடையீன் ரப்பர்

$$HC\equiv CH \xrightarrow[10^{\circ}C]{CuCl+NH_4Cl} HC=C-CH\equiv CH_2$$

அசிட்டலின் வினைல் அசிட்டலின்

$$HC\equiv C-CH=CH_2 \xrightarrow[30^{\circ}C]{CuCl+NH_4Cl} H_2C=\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}-CH=CH_2$$

க்ளோரோப்ரீன்

$$H_2C=\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}-CH=CH_2+H_2C=\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}-CH=CH_2+\ldots\ldots \longrightarrow$$

$$\ldots-CH_2-\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}=CH-CH_2-CH_2-\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}=CH-CH_2-CH_2-\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}=CH-CH_2-\ldots$$

நியோப்ரின் (பல் க்ளோரோப்ரீன்)

நியோப்ரின் எண்ணெயால் சிறிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. தேய்மானம் சிறிதும் இல்லாதது. இதனால் விமானங்களிலும், கார்களிலும் இடைவெளி அடைப்புகளுக்குப் (gaskets) பயன் படுகிறது.

நியோப்ரின் அமிலங்களால் சிதைவுறுவதில்லை. க்ளோரினை மூலக்கூறில் கொண்டிருப்பதால் சுடரால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இயற்கை ரப்பருக்கான ஒருபடிகளுடன் க்ளோரோப்ரீனையும் கலந்து பலபடியாக்க முடிந்தால் அருமையான எபொனைட்டு களைத் தயாரிக்கும் வாய்ப்புக் கிடைக்கும். நியோப்ரினைச் சூரிய வெளிச்சமோ, ஓசோனோ ஒன்றும் செய்ய இயலாது. நியோப்ரினை உடைகளுக்கு மேலுறையாகத் தைக்கலாம். நியோப்ரின் பூச்சு ஓடும் (சுமந்து செல்லும்) நாடாக்களுக்குச் (Conveyor belts) சிறந்தது. காலணித் தொழிலில் தற்போது பெருமளவில்

செலவாகிறது. நியோப்ரினை ஒட்டுவிப்பியாகவும் பயன் படுத்தலாம்.

இயற்கை ரப்பர் மூலக்கூறிலுள்ள மீத்தைல் தொகுதிகளை யெல்லாம் க்ளோரின் அணுக்களால் மாற்றம் செய்தால் நியோப்ரின் மூலக்கூறின் வாய்பாடு கிடைக்கிறது என்பதைக் கவனிக்கவும்.

தயோகால் ரப்பர் (Thiokol rubber)

1927ஆம் ஆண்டில் ஜே. பாட்ரிக் என்பார் மோட்டார் கார் ரேடியேட்டர்களில் நீர் உறைவதைத் தடுக்க ஒரு பொருளைக் கண்டுபிடிக்க முனைந்தார். எதிலீன் க்ளோரைடையும், சோடியம் பாலிசல்ஃபைடையும் நீரில் கலந்து வினைப்படுத்தினர். அவர் எதிர்பார்த்ததற்கு மாறாக, மஞ்சள் நிறம் கொண்ட ஒரு நீட்சி நெகிழி வினைபொருளாகக் கிடைத்தது. பாட்ரிக் இதன்பேரில் ஒரு பேடண்ட் பட்டய மனுவைத் தாக்கல் செய்தார். 1932ஆம் ஆண்டில் இந்தப் பொருள் ஒரு புது ரப்பராக மார்க்கெட்டில் உலவத் தொடங்கியது. தற்போது இதன் பெயர் 'தயோகால்' என்பதாகும்.

எதிலீன் டைக்ளோரைடை சோடியம் பாலிசல்ஃபைடின் நீரியக் கரைசலில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகச் சேர்க்க வேண்டும். இரு வினைபடு பொருள்களும் நன்கு கலப்பதற்கு மக்னீசியம் ஆக்சைடைப் பிரிகை ஊக்கியாகச் சேர்க்க வேண்டும். பாலிசல்ஃபைடு கூடுதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டால் திடமான ரப்பரும், டைக்ளோரைடு கூடுதலாக இருந்தால் ஊற்றிவார்க்கத் தகுந்த ஒரு நீர்மமும் விளைவாகின்றன. பலபடியாக்கலில் வெப்பம் வெளியாகின்றது. வெப்பநிலை 70°C-ல் நிலைப்படுத்தப்பட வேண்டும். இரண்டு முதல் ஆறு மணி நேரத்திற்குள் வினை முடிவடையும். மற்ற செயற்கை ரப்பர்களைப் போலன்றி இந்த ரப்பர் சுருக்கு வினைப் பலபடியாக்கல் மூலம் தயாராகிறது. பலபடி ரப்பர் பாலாகக் கிடைக்கும். மற்றொரு வினைபொருளான சோடியம் க்ளோரைடையும், மிகுதியான சோடியம் பாலிசல்ஃபைடையும் நீக்க இப் பாலை நன்கு கழுவ வேண்டும்.

$$\underset{\text{எதிலீன் டைக்ளோரைடு}}{Cl{-}CH_2{-}CH_2{-}Cl} + \underset{\text{சோடியம் பாலிசல்பைடு}}{Na_2S_4} \rightarrow \underset{\text{தயோகால் A}}{\left[-CH_2{-}CH_2{-}\overset{\overset{S}{\|}}{S}{-}\underset{\underset{S}{\|}}{S}- \right]} + 2NaCl$$

$$HS\left[CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-\underset{\underset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\right]_n$$

தயோகால் B

தயோகால் ரப்பர்களைத் துத்தநாக ஆக்சைடு மட்டும் சேர்த்துப் பக்குவப்படுத்திவிடலாம். பலபடிச் சங்கிலிகளின் முனைகளில் இடம் பெறும் மெர்க்காப்டன் தொகுதிகள் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உருவாக்கப் பெரிதும் உதவுகின்றன.

தயோகால் ரப்பர்கள் பெட்ரோலிலும், எண்ணெய், க்ரீசு ஆகியவற்றிலும் கரைவதில்லை. வாயுக்களையும் ஊடுருவ விடுவதில்லை. நாசிக்குச் சற்றும் ஒவ்வாத ஒரு நாற்றம் கொண்டவை என்பதே இவற்றின் ஒரே குறையாகும்.

காற்றுப் புகாத விதானங்களும், பலூன்களுக்கு மேற்பூச்சுப் பொருள்களும் இந்த ரப்பரால் தயாராகின்றன. வளையக்கூடிய குழாய்கள் தயாரிப்பிலும் இது செலவாகின்றது.

நீர்ம வடிவாலான தயோகால்கள் விமான தளங்களின் மேல்பரப்பை நன்கு இறுக்குவதற்குப் பயனாகிறது. கப்பலின் மேல் தளங்களில் ஓட்டைகளை அடைத்துப் பூசவும் சிமெண்டு போன்று பயனாகிறது. இப் பயனில் இவை ஈடுபடுத்தப் படுவதற்கு முக்கிய காரணம் இவற்றின் சுருங்கா இயல்புதான். ஈபாக்சி பிசின்களுக்கு மென்மையூட்டவும் இந் நீர்மங்களைச் சேர்க்கலாம்.

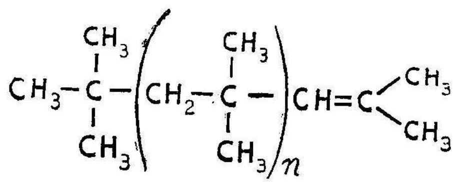
செயற்கை முறையில் இயற்கை ரப்பர்

மேற்கூறிய ரப்பர்கள் யாவும் 'ரப்பர் தன்மை' கொண்டவையாயினும், இயற்கை ரப்பரின் பிரதிகள் அல்ல. இயற்கை ரப்பரில் பல்ஐசோப்ரீன் சங்கிலிகள், மீத்தைல் தொகுதிகள் யாவற்றையும் சங்கிலியின் ஒரே பக்கத்தில் கொண்டுள்ளனவென்றும், கட்டா பெர்ச்சா எனும் மற்றோர் இயற்கைப் பொருளில் ரப்பரின் மூலக்கூறு வாய்பாடே இருக்கின்றது, ஆனால், மீத்தைல் தொகுதிகள் சங்கிலியின் இரு புறங்களிலும் மாறி மாறி அமைந்துள்ளன என்றும் முன்பே குறிப்பிட்டுள்ளோம். இரு பொருள்களுக்கும் பொதுவான ஒரு படி மூலக்கூறு ஐசோப்ரீன் ஆகும். அண்மைக்காலம் வரை இயற்கை ரப்பரைத் தொகுக்க எடுக்கப்பட்ட முயற்சிகள் யாவும்

தோல்வியைத் தழுவின. ஸீக்ளர், நட்டா என்ற இரு அறிஞர்களின் திறமையினால் இன்று நாம் இயற்கை ரப்பரை ஆய்வுக் கூடத்தில் தயாரிக்கும் நிலையிலுள்ளோம். தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும் வினைவேகமாற்றிகளைக் (stereospecific catalysts) கொண்டு 96 சதத்திற்கும் மேலாக இயற்கை ரப்பரை உள்ளடக்கிய நீட்சி நெகிழியைத் தயாரிக்க முடியும். இயற்கை ரப்பருக்கு மாற்றுப்பொருளாகவோ, அதனுடன் கலந்து செயல் முறைக்குட்படுத்தியோ ஐசோப்ரீன் ரப்பரைப் பயன்படுத்தலாம்.

ப்யூட்டைல் ரப்பர் (Butyl rubber)

ஐசோப்யூட்டிலீன் எனும் ஓலிஃபீனைப் பலபடியாக்கி இந்த ரப்பர் தயாரிக்கப்படுகிறது.



ப்யூட்டைல் ரப்பர்

ப்யூட்டைல் ரப்பரில் (இயற்கை ரப்பரைப் பார்க்கையில்) இரட்டைப் பிணைப்புகள் மிகக் குறைவான எண்ணிக்கையிலுள்ளன. இக் காரணத்தினால் ப்யூட்டைல் ரப்பர் ஓசோனாலும், ஆக்சிஜனாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நைட்ரிக் அமிலமும், சல்ப்யூரிக் அமிலமும் தாக்கமாட்டா. ப்யூட்டைல் ரப்பர் வாயுக்களை உட்புகவிடா இயல்பில் இயற்கை ரப்பரைக் காட்டிலும் இருபது மடங்கு உயர்ந்து விளங்குகின்றது.

இரட்டைப் பிணைப்புகள் அதிகமில்லாததால், ப்யூட்டைல் ரப்பரைப் பதனிட முடியாது. ரப்பரின் மீள்தன்மையைப் பதனிடல் கூடுதலாக்குகின்றது என்ற காரணத்தால் ப்யூட்டைல் ரப்பர் தயாரிக்கையில் சிறிது ஐசோப்ரீனைக் கலந்து இரட்டைப் பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் கூடுதலாக்குவது வழக்கம். மூன்று சதம் ஐசோப்ரீனைக் கொண்ட ப்யூட்டைல் ரப்பர் பதனிடுவதற்குகந்தது.

ப்யூட்டைல் ரப்பரை—60°C வரை குளிர்வித்தாலும், அதன் தன்மைகள் மாறுவதில்லை.

ரப்பர்க் குழாய்கள் (சைக்கிள் ட்யூப்கள்) ப்யூட்டைல் ரப்பரால் தயாரிக்கலாம்.

மற்ற செயற்கை ரப்பர்களில் சிலிக்கோன் ரப்பரும், பல்யூரித்தேன் ரப்பரும் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். இவற்றை இறுகவல்ல நெகிழிகளைப் பற்றிய அத்தியாயங்களில் விவரித் திருப்பதைக் கண்டிருப்பீர்கள்.

20. கலவைப் பொருள்கள்

(COMPOUNDING INGREDIENTS)

பல தரப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்க, அடிப்படைப் பிசின் மட்டும் போதாது எனப் பல்வேறு பிசின் களின் தன்மைகளிலிருந்து நன்கு விளங்கும். எனவே, கலவைப் பொருள்கள் (compounding ingredients) என்று வழங்கப்படும் பல சேர்மங்களை அடிப்படைப் பிசினுடன் கலந்து, பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்கு முடிந்தவரை தேவையான தன்மைகளை அளிக்கலாம். மேலும், கலவைப் பொருள்கள், பிளாஸ்டிக்கின் செயல்முறையை எளிதாக்குகின்றன.

செல்லுலோஸ் நைட்ரேட், பல்வினைல் க்ளோரைடு (PVC) பிளாஸ்டிக்குகளைச் செயல்முறையாக்க, முதலில் அவை மென்மையூட்டப்படவேண்டும் என்று படித்தோம். அதே போன்று வெப்பத்தில் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளில், நிரப்பிகள் என்ற திண்மங்களைக்கொண்டு அதன் இயந்திர இயல்புகளை மேன்மைப்படுத்தலாம்.

மரம், உலோகங்கள் போலன்றி, விதவிதமான கண்ணைக் கவரும் வண்ணங்களில் பிளாஸ்டிக்கைப் பெறலாம் என்று முதல் அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். அடிப்படைப் பிசினுடன் கலக்கப்படும் சாயப் பொருள்களின் தன்மைக்கேற்ப, விதவித மான வண்ணங்களில் பிளாஸ்டிக் பொருள்களை நாம் கடைகளில் காண்கிறோம். கால மாறுதலில், பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் வலுவை யிழந்துவிடாமல் இருக்க, நிலைநிறுத்திகள் எனப்படும் சேர்மத்தைக் கலவைப் பொருள்களில் சேர்க்கவேண்டும்.

எனவே, இவ் வத்தியாயத்தில் பிசினுடன் கலக்கப்படும் கலவைப் பொருள்கள் எவை; அவை எவ்வாறு தங்களது

சிறப்பியல்புகள் மூலம் மேம்பட்ட தன்மையைப் பிளாஸ்டிக்கு களுக்கு அளிக்கின்றன என்பதைக் காணலாம்.

கலவைப் பொருள்கள்

(1) மென்மையூட்டிகள் (plasticisers) (2) நிலைநிறுத்திகள் (stabilisers) (3) ஆக்ஸிஜனேற்றத் தடுப்பான் (anti oxidant) (4) நிரப்பிகள் (fillers) (5) சாயப் பொருள்கள் (colourants)

இவற்றைத் தவிர புறஊதாக் கதிர்களை உறிஞ்சி, பலபடியின் நிலையிறக்கத்தைத் தடுக்கவல்ல சேர்மமும் கலவைப் பொருள் களில் இடம் பெறுகின்றது. வினையூக்கிகளும் கலவைப் பொருள் களில் இடம் பெறுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

மென்மையூட்டிகள்

செல்லுலாய்டு தயாரிப்பில் பார்க்ஸ் (Parkes) என்பவரால் பயன்படுத்தப்பட்ட மென்மையூட்டியே வாணிக ரீதியில் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதாகும். இதன் பயன் 1868-லிருந்து தொடர்ந்து வருகிறது. பெருமளவுக்கு மென்மையூட்டிகள் பயன்படுத்தப்பட்டது இரண்டாவது உலகப் போருக்குப் பின்புதான். உலகப் போரின் சமயம் ரப்பருக்கு ஏற்பட்ட பற்றுக்குறை காரணமாக ரப்பரின் தன்மைகொண்ட வேறு மாற்றுப் பொருள்கள் தயாரிப்பில் விஞ்ஞானிகளின் கவனம் சென்றது. அதன் விளைவாக PVC என்று வழங்கப்படும் பிசின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. PVC எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையுடையது என்று முன்பே பார்த்தோம். இப் பிசினைச் செயல்முறைக்குட்படுத்த மென்மையூட்டிகள் தேவைப்பட்டன. இன்று உலகத்தில் தயாரிக்கப்படும் மென்மையூட்டிகளில் எண்பது சதவீதம் PVC-க்கே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்தியாவில் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்க, பெரு மளவுக்குப் பயன்படும் டை ஆக்டைல் தாலேட் (Di octyl phthalate), டை ப்யூட்டில் தாலேட் (Di Butyl phthalate) மென்மை யூட்டிகளை இது நாள்வரை இந்தியாவில் உற்பத்தி செய்யாமல் வெளிநாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப்பட்டன. ஆண்டு தோறும் இவ் விறக்குமதிக்குச் சுமார் எண்பது இலட்ச ரூபாய் செலவிடப்பட்டது. தற்பொழுது புனாவில் உள்ள தேசிய வேதியியல் ஆய்வுக் கூடத்தில் (National Chemical Laboratory) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முறைகளைப் பின்பற்றி இரண்டு தொழில் நிறுவனங்கள், மென்மையூட்டிகளை இந்தியாவிலேயே உற்பத்தி செய்யத் தொடங்கியுள்ளன.

மென்மையூட்டிகள் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிசின்களுக்குத் தேவையில்லை. பல்எதிலீன், பல்ப்ரொப்பிலீன், பல்ஸ்டைரீன் போன்ற பல, வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிசின்களுக்குப் பிழிந்து வார்த்தல் (extrusion) போன்ற செயல்முறைக்கு மட்டுமே மென்மையூட்டிகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. அதாவது மேலே கூறப்பட்ட வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிசின்களுக்கு, PVC-ன் அளவு மென்மையூட்டிகள் தேவையில்லை.

மென்மையூட்டிகள் எளிதில் ஆவியாகாத (உயர்ந்த கொதிநிலை கொண்ட) நீர்மங்களாகும். இவற்றின் உதவியால் பிசின்கள் இளக்கப்பட்டு, எளிதாகச் செயல்முறை யாக்கலாம். மென்மையூட்டிகளின் அளவுக்கேற்பப் பிசினுக்கு ரப்பரைப் போன்ற நிரந்தர வளைப்புத்தன்மையும், மீட்சியையும் கொடுக்க இயலும்.

பல்வினைல் க்ளோரைடுப் பிசினை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு மென்மையூட்டிகள் பிசினில் எவ்வாறு செயல் படுகின்றன எனக் கவனிப்போம். PVC கடினமான, நொறுங்க வல்ல பிசினாகும். இதற்குக் காரணம் PVC மூலக்கூறுகளிடையே காணப்படும் ஈர்ப்புவிசையான வாண்டர்வால் விசை உயர்ந்து காணப்படுவதே ஆகும் என்று முன்பே பார்த்தோம். PVC-ல் காணப்படும் முனைவுத்திறன் கொண்ட க்ளோரின் பகுதியினால் மூலக்கூறுகளின் ஈர்ப்புவிசை மேம்பட்டுக் காணப்படுகிறது. விளைவாகப் பலபடிச் சங்கிலிகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று நழுவிச் செல்ல முடியாது. ஆகவே, பிசினில் கலக்கப்படும் மென்மை யூட்டிகள் பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கிடையில் உயப்பொருளாகப் பணிபுரிகிறது. அதாவது, இரு சங்கிலிகளுக்கிடையே காணப் படும் ஈர்ப்புவிசை குறைக்கப்பட்டுப் பிசினில் நெகிழ்வை ஏற்படுத்துகிறது. இதை மற்றொரு கோணத்தில் விளக்கலாம். பல்வினைல் க்ளோரைடில் காணப்படும் முனைவுத்திறன் கொண்ட க்ளோரின் பகுதியை முனைவுத்திறன் கொண்ட மென்மையூட்டி நீர்மம் சுற்றி முற்றுகையிடுகிறது. இஃது ஆங்கிலத்தில் சால் வேஷன் (solvation) என வழங்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மூலக்கூறுகளின் ஈர்ப்புவிசை தாழ்ந்து, பிசினை மென்மை அடையச் செய்கிறது. எனவே, PVC-க்குப் பயன்படுத்தப்படும் மென்மை யூட்டி முனைவுத்திறன் கொண்டதாக இருத்தல் அவசியம். ஆனால், முனைவுத்திறன்மிக்க டை மெதில் ஆக்ஸலேட் (Di methyl oxalate) பல்வினைல் க்ளோரைடை மென்மையூட்ட இயலவில்லை. இதிலிருந்து, முனைவுத்திறன் மட்டுமின்றி, PVC-ன் வேதியியல் அமைப்பை ஓரளவு ஒத்த நீர்மம்தான் சிறந்த மென்மையூட்டியாகப் பணிபுரிய இயலும் என்று விளங்கும்.

மென்மை யூட்டிகளின்றி, மற்ருெரு வழியிலும் பிசின்களை நெகிழச் செய்யலாம். பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்தை அதிகரித்து, பலபடியின் நெருக்கமான அமைப்பைப் பாதிக்கச்செய்தால் மூலக்கூறுகளின் ஈர்ப்புவிசை குறைந்து பிசின் நெகிழ்கிறது. இத்தகைய விரும்பத்தக்க அமைப்பைப் பெற இரண்டு வழிகள் உள்ளன. (1) பலபடிச் சங்கிலிகளில் கிளைச்சங்கிலிகளை ஏற்படுத்துவது, (2) பல்வேறு பருமன் கொண்ட தொகுதிகளைப் பலபடிச் சங்கிலியில் இணைப்பது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட அமைப்பை இணைப்பலபடியாக்கல் முறை மூலம் பெறலாம். வினைல் க்ளோரைடு - வினைல்அசட்டேட் இணைப்பலபடியின் நெகிழ்வுத்தன்மை காரணமாக இதனை மென்மையூட்டிகள் துணையின்றிச் செயல்முறையாக்கலாம்.

மென்மையூட்டிகள் சரிவரப் பணிபுரியக்கீழ்க்காணும் நான்கு இன்றியமையாத இயல்புகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

(1) மென்மையூட்டிகள் தட்டுப்பாடின்றி கிடைக்க வேண்டும்.

(2) மாறுதல் அடையாமல் நிலையாக இருத்தல்.

(3) எளிதில் ஆவியாகக் கூடாது.

(4) பிசினுடன் இணக்கமாக (compatible) இருத்தல்.

இவற்றைத் தவிர, மேலும் வேறு சில நன்மை பயக்கும் இயல்புகளை மென்மையூட்டிகள் பெற்றிருப்பது நலம். அவை : (1) குறைந்த விலை, (2) நிறமின்மை, (3) நாற்றமின்மை (odourless), (4) வெப்பத்திலும் ஒளியிலும் சிதையாமல் இருத்தல்.

துரதிர்ஷ்டவசமாக, ஒரே மென்மையூட்டியே மேலே குறிப்பிட்ட இயல்புகளை ஒருங்கே பெற்றுக் காணப்படாததால், தேவைக்கேற்றபடி ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மென்மையூட்டிகளைக் கலந்து பயன்படுத்துவது மேலும் நன்மை பயக்கும்.

முதல்தர மென்மையூட்டிகள், இரண்டாந்தர மென்மையூட்டிகள் என்று இரண்டு வகைகளாக மென்மையூட்டிகளைப் பிரிக்கலாம். பிரைமரி பிளாஸ்டிசைசர் (primary plasticiser) என ஆங்கிலத்தில் வழங்கப்படும் முதல்தர மென்மையூட்டிகள் பிசினுடன் சிறந்த இணக்கம் கொண்டுள்ளன.

எடுத்துக்காட்டுகள்

(1) தாலேட் வகையைச் சார்ந்த டை ஆக்டைல் தாலேட (Di octyl phthalate), டை ஐஸோ ஆக்டைல் தாலேட் (Di iso-octyl phthalate).

(2) பாஸ்பேட் வகையைச் சார்ந்த ட்ரை க்ரெசில் பாஸ்பேட் (Tri cresyl phosphate); க்ரெசில் டை ஃபீனைல் பாஸ்பேட் (Cresyl di phynyl phosphate).

(3) டை எஸ்டர்கள் வகையைச் சார்ந்த டை (2 ஈதைல் ஹெக்ஸைல்) அசிலேட் [Di (2 ethyl hexyl) azelate]; டை (2 ஈதைல் ஹெக்ஸைல்) அடிப்பேட் [Di (2 ethyl hexyl) adipate] போன்ற சேர்மங்களைச் சில சமயம் இரண்டாம்தர மென்மை யூட்டிகள் எனக் குறிப்பிடுவதுண்டு. ஏனெனில், இச் சேர்மங்கள் பிசினுடன் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் இணக்கம் பெற்றுக் காணப்படுவதால், முதல்தர மென்மையூட்டிகளுடன் இச் சேர்மங்களைக் கலந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(4) தாவர எண்ணெய்களைச் சிறிது மாறுதல் செய்த பின் மென்மையூட்டிகளாகப் பயன்படுத்தலாம். தாவர எண்ணெய்கள் நிறைவுறாத எஸ்டர்களாகும். முனைவுதிறன் மிக்க பல்வினைல் க்ளோரைடை மென்மையூட்டும் அளவுக்குத் தாவர எண்ணெய் களின் முனைவுதிறன் காணப்படாததால், இவற்றில் காணப் படும் இரட்டைப் பிணைப்புகளில் ஈபாக்ஸைடு தொகுதியை இணைக்க, விளையும் ஈபாக்ஸிடைஸ்டு (epoxidised) எண்ணெயின் முனைவுதிறன் உயர்ந்து, இது மென்மையூட்டும் திறனைப் பெறுகிறது.

இவற்றைத் தவிர பல்எஸ்டர்களும் முதல்தர மென்மையூட்டி களாகப் பணி புரிகின்றன.

ஆங்கிலத்தில் சாஃப்னர் (Softener) என்றும் எக்ஸ்டெண்டர் (Extender) என்றும் வழங்கப்படும் இரண்டாம்தர மென்மை யூட்டிகளும் புழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றைப் பெரும்பாலும் மென்மையூட்டிகளின் அடக்க விலையைக் குறைப்பதற்கென்றே சேர்க்கிறோம். முதல்தர மென்மையூட்டிகளைப் போலன்றி இவை, பிசினுடன் ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்புக்குள்தான் இணக்கம் கொண்டு காணப்படுகின்றன. விளைவாக இரண்டாம்தர மென்மையூட்டிகளைக் கொண்டு பிசினை மென்மையூட்ட முடியாது. எப்பொழுதும் முதல்தர மென்மையூட்டிகளுடன் கலந்தே பயன் படுத்தே வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டுகள் : அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள், க்ளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்கள், சில பெட்ரோலியம் வழிப் பொருள்கள்.

க்ளோரினேட்டட் ஹைட்ரோ கார்பன்கள், இரண்டாம்தர மென்மையூட்டிகளாக மட்டுமின்றி, பிசினுக்குச் சுடர் எதிர்ப்புத் தன்மையையும் அளிக்கின்றன.

நிலைநிறுத்திகள்

நிலைநிறுத்திகள் தனிப் பிசின்களில் கால மாறுதலால் ஏற்படும் இயற்பியல், வேதியியற் தரக் குறைதலை அல்லது சீரழிதலைத் தடுத்து நிறுத்துகின்றன. இயற்பியல், வேதியியற் சீரழிதலின் விளைவாகப் பிசினில் வலிமை குன்றி விடுகிறது. நிற மாறுதல் ஏற்படுகிறது; புறப்பரப்பு அரிக்கப்படுகிறது (surface erosion). வடிவக்குலைவும் (warping), மேல்பரப்பில் வெடிப்பும் தென்படுகின்றன.

வடிவக்குலைவு, மேல் பரப்பில் காணப்படும் வெடிப்புகள் போன்ற இயற்பியல் மாற்றங்கள், சில சமயம் பிசினில் கலக்கப் படும் மென்மையூட்டிகள் விளைவாக ஏற்படுகின்றன. மென்மை யூட்டிகள் தங்களது தன்மைகளுக்கேற்பப் பிளாஸ்டிக்கைச் செயல் முறையாக்கும் பொழுது அல்லது செயல்முறைக்குப் பின்பு ஓரளவு ஆவியாகிச் செல்லுவதால்தான் இத்தகைய இயற்பியல் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால், வேதியியற் சீரழிவுகள் பிசினின் அமைப்பைப் பொறுத்துக் காணப்படுகின்றன.

பிசினின் சீரழிவுகள் மூன்று விதங்களில் ஏற்படுகின்றன:

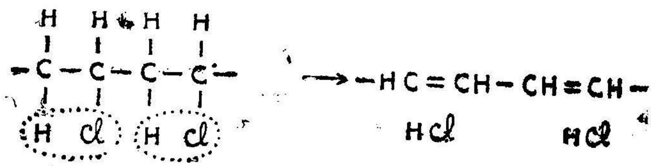
(1) அலமாரியில் வைத்திருக்கும் பொழுது நிகழும் மாற்றம்.

(2) வெப்பத்திலும், ஒளியிலும் ஏற்படும் ஆக்ஸிஜனேற்றம் விளைவாக நிகழும் மாற்றம்.

(3) காலமாறுதலில் விளையும் சீரழிவு.

எடுத்துக்காட்டாக, பல்வினைல் க்ளோரைடு பிசினை எடுத்துக் கொண்டு அதில் எவ்வாறு, எத்தகைய சீரழிவுகள் நிகழ் கின்றன, அதை எவ்வாறு சீரழிவிலிருந்து பாதுகாக்கலாம் எனக் கவனிப்போம். பல்வினைல் க்ளோரைடை 170°C-க்கு வெப்ப மூட்ட, அதில் சிதைவு ஏற்பட்டு, நிறம் மாறுதல் அடைகிறது. சிதைவின் போது ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு வாயு வெளியாகி,

பலபடி மூலக்கூறு நிறைவற்றதாக, மாறுதல் அடைந்து நொறுங்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது. மேலும், பலபடியின் மின்னியல்புகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. தொடக்கத்தில் PVC-ல் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணு, தனித்தியங்கு உறுப்பின் துணையில், வெளியேற பலபடியின் நிலைப்புத்தன்மை பாதிக்கப்பட்டு, நிலைப்புத் தன்மையை மீண்டும் பெற, க்ளோரின் தொகுதி PVC-யிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. வினைத்திறன் மிக்க க்ளோரின் அணு அதன் அருகில் உள்ள ஹைட்ரஜனை எடுத்துக் கொண்டு ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடாகவே வெளியேறுகிறது. இவ்வினை தொடர்ந்து நிகழ்வதால், பல்வினைல் க்ளோரைடு நிலையிறக்கம் அடைந்து இரட்டை இணைப்புகளைக் கொண்ட பல்ஈன் (polyene) அமைப்புடைய பிசின் கிடைக்கிறது.



மேலே சொல்லப்பட்ட சீர்குலையை ஏற்படுத்தவல்ல தனித்தியங்கும் உறுப்பு உயர்வெப்பத்திலும், ஒளியிலும், கத்தரிப்பு விசையிலும் தோன்றுகிறது. கவனத்தில் கொள்ளவேண்டிய மற்றொரு முக்கிய விஷயம் என்னவென்றால், மேலே சுட்டிக் காட்டப்பட்டுள்ள சீர்குலைவு பலபடி முழுவதிலும் ஏற்படுவதில்லை. பலபடி மூலக்கூறின் அமைப்பில் ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் ஓச்சம் தென்பட்டால், அந்த இடத்திலேயே சீர்குலைவு பரவாமல் தடுக்கப்படுகிறது. மேலும் பலபடியில் காணப்படும் கிளைச் சங்கிலிகளும், பிசினுடன் சேர்க்கப்பட்ட நிலைநிறுத்திகளும் பிசினின் சீர்குலைவைத் தடுக்கின்றன.

பல்வினைல் க்ளோரைடின் சீரழிவைத்தடுக்கப் பயன்படுத்தப் படும் நிலைநிறுத்திகள் கீழ்க்காணும் ஐந்து வகைகளில் செயல் புரியவேண்டும் :

(1) PVC சிதைவடையும்போது தோன்றும் ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு வாயுவை வெளியேறுமற் செய்யவல்ல அமில ஏற்புத்தன்மை கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

(2) வெப்பத்திலும், ஒளியிலும் நிகழும் ஆக்ஸிஜனேற்றத்தைத் தடுக்கவல்ல நிலைநிறுத்திகள் வேண்டும்.

(3) ஆற்றலை அளித்து, சிதைவை ஊக்கவல்ல புறஊதாக் கதிர்களை உறிஞ்சி வடிகட்ட வல்லதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(4) PVC-ன் வண்ண மாறுதலுக்குக் காரணமான பல்ஈன் பகுதியுடன் வினைபுரிந்து, அப் பகுதியை அழிக்கவல்லதாக இருத்தல் நலம்.

(5) சீர்குலைவைத் துவக்கத்தேவையான தனித்தியங்கு உறுப்புகளுடன் வினைப்படக்கூடிய சேர்மமாக இருத்தல் அவசியம்.

நிலைநிறுத்திகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) கரிம, கனிம காரீயச் சேர்மங்கள்.

(2) பேரியம், கால்சியம், காட்மியம், துத்தநாகம் இவற்றின் கரிமச்சேர்மங்கள்.

(3) கரிம வெள்ளீயச் சேர்மங்கள்.

பொதுவாகப் பிசின் 100 பங்கென்றால், ஒன்றிலிருந்து மூன்று பங்களவு நிலைநிறுத்திகள் கலக்கப்படுகின்றன. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிலைநிறுத்திகளின் கலவை, ஒரே நிலை நிறுத்தியைவிடச் சிறப்புறப் பணிபுரிவதால், பெரும்பாலும் கலவைதான் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

முதல் வகையைச் சார்ந்த காரீயச்சேர்மங்கள் வெப்ப நிலைப்புத்தன்மையைப் பிசினுக்கு அளித்தபோதிலும், ஒளி நிலைப்புத் தன்மையை அளிப்பதில் பூரண அளவுக்கு வெற்றி பெறுகின்றன எனக்கூறமுடியாது. காரீயகார்ப்னேட்டின் அளவை எவ்வளவு அதிகரித்தபோதிலும், ஒளியில் பிசினின் நிலையிறக்கம் தடுக்கப்படவில்லை. ட்ரை பேசிக் காரீய சல்பேட், (Tri basic lead sulphate); டை பேசிக் காரீயத்தாலேட் (Di basic lead phthalate), ட்ரை பேசிக் காரீய மாலியேட் (Tri basic lead maleate) போன்ற காரீயச் சேர்மங்கள் நிலைநிறுத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

காரீய ஸ்டியரேட் (Lead stearate) என்ற சேர்மம் நிலை நிறுத்தியாகமட்டுமின்றி உயப்பொருளாகவும் பணிபுரிகிறது. இதேபோன்று காரீய சலிசிலேட் (Lead salicylate) புறஊதாக் கதிர்களை வடிகட்டும் ஆற்றல் கொண்ட சேர்மம் ஆகும்.

பேரியம், காட்மியம் லாரேட் (Barium Cadmium laurate) என்ற இணைவீழ்படிவு இரண்டாவதுவகை நிலைநிறுத்தியைச் சேர்ந்ததொன்ருகும். கரிம வெள்ளீயச்சேர்மங்கள் வினைல் பலபடிகளுக்கு மிகச்சிறந்த தெளிவை அளிக்கின்றன.

ஆக்ஸிஜனேற்றத் தடுப்பான்கள்

β நாப்தைல் அமின் போன்ற அமினேச்சேர்மங்களும் 2, 4 டை ஆக்டைல் ஃபீனல் போன்ற (2, 4 Di octyl phenol) போன்ற ஃபீனல்களும் ஆக்ஸிஜனேற்றத் தடுப்பான்களாக நடைமுறையில் காணப்படுகின்றன.

ஆக்ஸிஜனேற்றத்தடுப்பான்கள் கீழே தரப்பட்ட சில முக்கியமான இயல்புகளைப்பெற்றிருத்தல் அவசியம்:

(1) பிளாஸ்டிக்கின் செயல்முறை வெப்பநிலையிலும், கிடங்குகளின் வெப்பநிலையிலும், பிளாஸ்டிக் பொருள்களைப் பயன்படுத்தும்போதும், பிளாஸ்டிக்கை நிலைத்து இருக்கச் செய்யும் தகுதி பெற்றிருக்க வேண்டும்.

(2) செயல்முறையின் போதும், அதன் பின்பும், ஆக்ஸிஜனேற்றத்தடுப்பான் நிறத்தை எக்காரணம் கொண்டும் அளித்தல் கூடாது.

(3) இச் சேர்மத்தால் அடிப்படைப்பிசினின் தன்மை பெருமளவுக்கு மாறுதல் அடையாமல் இருக்கவேண்டும்.

இச் சேர்மம் மென்மையூட்டப்பட்ட பிசின்களில் கலக்கப் படும்போது, மென்மையூட்டியையும் சில சமயம் ஆக்சிஜனேற்றத்திலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

நிரப்பிகள்

பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகள் தயாரிப்பில் நிரப்பிகளின் பணி முக்கியமானது. பெரும்பாலும் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக் நிரப்பப் பட்டவை ஆகும். நிரப்பிகளின்றித் தயாரிக்கப்படும் வார்ப்புகள் கீழ்க்காணும் குறைபாடுகளுடையன :

(1) வார்ப்பு வெப்பத்தில் பிசின் எளிதில் உருகிவிடுவதால், வார்ப்பச்சில் காணப்படும் இடைவெளி வழியே அப் பிசின் ஒழுகி விடும்.

(2) வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிசின்களில் பலபடியாக்கலின் இறுதிக் கட்டம் வார்ப்பச்சில்தான் முற்றுப்பெறுவதால், இக் கட்டத்தில் பலபடியில் சுருக்கம் ஏற்படுகிறது.

(3) வார்ப்புகள் வலுவிழந்து காணப்படுகின்றன.

(4) வார்ப்புகளின் மேல்பரப்பில் கொப்புளங்கள் தோன்றுகின்றன.

முதல் குறைபாட்டை நீக்கும் பொருட்டு, தாழ்ந்த வெப்பத்தில் வார்ப்பைப் பெறலாம். ஆனால், பலபடியாக்கல் முற்றுப்பெற அதிக நேரம் தேவைப்படுகிறது. நிரப்பிகளைக் கொண்டு மேலே குறிப்பிடப்பட்ட நான்கு குறைகளையும் தவிர்க்கலாம்.

நிரப்பிகள் வார்ப்புகளுக்கு இயந்திர வலிமையை அளிக்கின்றன. குறிப்பாக, நிரப்பிகள் வார்ப்புகளுக்கு அதிர்ச்சியைத் தாங்கும் வலிமையைக் கொடுக்கின்றன. நிரப்பிகளில் நூலிழை வடிவம் (Fibrons) பெற்றவற்றைப் பிசினுக்குத் தாக்கு வலிமையைக் கொடுக்க இயலும்.

நிரப்பப்பட்ட பிசினில், குறிப்பிட்ட கனஅளவில், நிரப்பிகள் காரணமாக, பிசினின் அளவு குறைந்துவிடும். ஆதலால் பலபடியாக்கல் சமயம் வெளிப்படும் வெப்பத்தின் அளவும் குறைந்து விடுவதால், பிசின் மீச் சூடேற்றம் அடையாது. விளைவாகக் கொப்புளங்களும் மேல்பரப்பில் தோன்றா.

பிசின்களில் சில நிறமுள்ளன. சில நிறமற்ற பிசின்கள் ஆகும். குறிப்பாக நிறமுள்ள பிசின்களில் நிறத்தின் ஆழத்தைக் குறைக்க ஒளி புகாத அல்லது வெண்மை நிறம் கொண்ட நிரப்பிகள் துணைபுரிகின்றன. கல்நார்போன்ற நிரப்பிகள் பிளாஸ்டிக் பொருளுக்கு வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றலை அளித்து அதனை ஏற்றமுறச் செய்கின்றன. பிசினின் மின்னியல்பை மேம்பாடடையச் செய்ய அப்பிரகம் (Mica) நிரப்பி உதவுகிறது. ஆனால், அப்பிரகம் பிசினுடன் சரிவர இணக்கம் கொள்ளாத்தால், சீரான வார்ப்புக்களைப் பெறுவதில் தொல்லைகள் உள்ளன.

நிரப்பிகளைக் கனிம நிரப்பிகள், கரிம நிரப்பிகள் என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

இழைவடிவமைப்பைப் பெற்ற கனிம நிரப்பிகளில், (1) கல்நார் (2) கண்ணடி (3) அப்பிரகம் இம் மூன்றும் மிக முக்கியமானவை ஆகும்.

இரும்பு ஆக்ஸைடு, டைடேனியம் டை ஆக்ஸைடு, துத்தநாக ஆக்ஸைடு, பேரியம்சல்பேட், க்ராபைட் (Graphite) போன்ற இழைவடிவமற்ற கனிம நிரப்பிகளும் புழக்கத்தில் உள்ளன.

மரம், பேப்பர், பஞ்சு இவை மூன்றும் இழை வடிவம் கொண்ட கரிம நிரப்பிகள்.

வெப்பம் தாங்கும் ஆற்றல், மின்னியல்புகள், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன், பரிமாண நிலைப்பு அளிப்பது இவற்றில் கரிம நிரப்பிகளைக் காட்டிலும் கனிம நிரப்பிகள் மேம்பட்டுக் காணப் படுகின்றன. ஆனால், இதன் உராய்வுத் தன்மை காரணமாக வார்ப்பச்சு எளிதில் தேய்ந்து விடுகிறது.

ஒரு சேர்மம் அல்லது திண்மம் சிறந்த நிரப்பியாகப் பணி புரியக் கீழ்க்காணும் இயல்புகளைப் பொதுவாகப் பெற்றிருத்தல் அவசியம்:

(1) குறைந்த விலை

(2) தாழ்ந்த அடர்த்தி

(3) வெப்பத்தைத் தாங்கும் ஆற்றல்

(4) பிசினுடன் இணக்கமாக இருத்தல்

(5) பிசினை உறிஞ்சிக்கொள்ளாத தன்மை

(6) எளிதாக நிரப்பிகள் கிடைக்க வேண்டும்

(7) எண்ணெய் அல்லது நீரை உறிஞ்சக்கூடாது.

சாயப் பொருள்கள்

பிளாஸ்டிக் பொருள்களைச் சாயமேற்றப் பயன்படும் சாயப் பொருள்கள் குறிப்பிட்ட நிறத்தை அளிப்பதோடு மட்டுமின்றி குறைந்த அடர்த்தி; வெப்பத்திலும், ஒளியிலும் கெடாமல் இருக்கும் தன்மை; குறைந்த அளவு பிசின், மென்மை யூட்டிகள், இவற்றை உறிஞ்சும் திறன் போன்ற இயல்புகளையும் தன்

னைகத்தே கொண்டு காணப்படுவது நலம். சாயப் பொருள்கள் சிலசமயம் பிசினின் தன்மையைப் பாதிக்கின்றன. சில நிறமிகள் பிளாஸ்டிக்கின் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மையைக் கெடுக்கின்றன:

கனிம நிறமிகள், கரிம நிறமிகள், கரிமச் சாயப் பொருள்கள் (Dyes) இவற்றின் துணைகொண்டு வண்ணப் பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. துத்தநாக ஆக்ஸைடு, ஆண்டிமணி ட்ரை ஆக்ஸைடு, டைடேனியம் டை ஆக்ஸைடு போன்ற உலோக ஆக்ஸைடுகள் கனிம நிறமிகளுக்குச் சான்றுகள் ஆகும். கனிம நிறமிகளின் வெப்பநிலைப்புத்தன்மை காரணமாக உயர் வெப்ப பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்குச் சாயமேற்றும் பணியை இவ்வகை நிறமிகள் ஏற்கின்றன. அடர்த்தி மிகுந்த இந் நிறமிகளின் (மென்மையூட்டி, எண்ணெய்) உறிஞ்சுதிறன் குறைவே. ஒளி நிலைப்புத்தன்மை, ஒளிபுகும் தன்மை இவை இரண்டும் இவ்வகை நிறமியில் சிறந்து காணப்படவில்லை.

கரிம நிறமிகள் வெப்பத்தைத் தாங்க இயலாவிடினும், சிறந்த ஒளிபுகும் தன்மையையும், நீடித்த பளபளப்பையும் பிளாஸ்டிக்குக்குத் தரும்.

விதவிதமான வண்ணங்களில் காணப்படும் கரிமச் சாயப் பொருள்கள் தாழ்ந்த வெப்பநிலைப்புத் தன்மையும், ஒளி நிலைப்புத்தன்மையும் கொண்டுள்ளன. மேலும், இதனால் சாயமேற்றப்பட்ட பொருள்களை அடிக்கடி கழுவும்போது, நிறத்தின் ஆழம் படிப்படியாகக் குறைந்துவிடுகிறது.

சுடர் எதிர்ப்புத்திறன்மிக்க ஆண்டிமணி ஆக்ஸைடும், பாஸ்பரஸ் உள்ள கரிமச் சேர்மமும் கூட்டுக் கலவையில் இடம் பெறத் தக்கவைகளாகும். சுடர் எதிர்ப்புத்திறனை அளிக்க, ஆண்டிமணி ஆக்ஸைடுமட்டும் போதாது என்றும், அதனுடன் க்ளோரின் பகுதிகொண்ட சேர்மமும் கலக்கவேண்டும் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. க்ளோரின் தொகுதியுள்ள பிசினில் ஆண்டிமணி ஆக்ஸைடு மட்டுமே செவ்வனே பணிபுரிகிறது. சில பிசின்களில் ஆண்டிமணி ஆக்ஸைடைப் பாஸ்பேட் மென்மையூட்டியுடன் கலந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. தனியே பாஸ்பேட் மென்மையூட்டியும் சுடர் எதிர்ப்புத்திறனைப் பிசினுக்குக் கொடுக்கிறது.

நுரை பிளாஸ்டிக் தயாரிக்க நைட்ரஜன், கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுக்களைக் கக்கவல்ல சேர்மங்கள் கலவைப் பொருள்களில் இடம் பெறுகின்றன. சான்றுகள் : ஆஸோ

சேர்மங்கள் (AZO Compounds); N-நைட்ரோஸோ சேர்மங்கள். (N Nidroso Compounds) இச் சேர்மங்களைப் பிசினுடன் கலந்து, குறிப்பிட்ட வரம்புக்குமேல் சூடேற்ற, இவற்றின் சிதைவால் நைட்ரஜன் வாயு வெளி வருகிறது.

புறஊதாக் கதிர்களில் நிலையிறக்கம் அடையக்கூடிய பிசின்களுடன், சலிசிலேட்டுகள் (Salicylates), பென்சோ ஃபீனோன்கள் (Benzo phenones). பென்சோ ட்ரைஅசோல்கள் (Benzo triazoles) போன்ற சேர்மங்களில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கலந்தால், புறஊதாக் கதிர்களை இச் சேர்மம் உறிஞ்சிப் பிசினின் சிதைவைத் தடுக்கிறது. தேர்ந்தெடுக்கப்படும் இச் சேர்மமும், பிசினும் இணங்கி இருக்கவேண்டும்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட பல்வேறு கலவைப் பொருள்களில் வினையூக்கியின் இடமும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். கலவைப் பொருள்களில் கடைசியாகக் குறிப்பிட்ட போதிலும், இதன் பங்கு பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பில் மற்ற கலவைப் பொருள்களைக் காட்டிலும் எவ்வகையிலும் தாழ்ந்ததல்ல. மாறாக, இதன் பயன் இன்றியமையாத தொன்றாகும்.

பிளாஸ்டிக்கின் தன்மைக்கேற்றவாறு அதன் தயாரிப்பில் பங்குபெறும் வினைவேகமாற்றி வேறுபடும். தனித்தியங்கு உறுப்பு இயங்கு முறையைப் பின்பற்றி நிகழும் பலபடியாக்கல் வினையின் வாயிலாக சில வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள் கிடைக்கின்றன. எனவே, தனித்தியங்கு உறுப்புகளைத் தரவல்ல பென்சாயில் பெர்ஆக்ஸைடு போன்ற வினையூக்கிகள் இத்தகைய பலபடியாக்கல் வினையைத் தூண்டுகின்றன.

அயனி இயங்கு முறையை அடிப்படையாகக்கொண்டும் பலபடியாக்கல் வினை நிகழ்ந்து வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக் கிடைக்கிறது. அமிலம் அல்லது காரம் இத்தகைய வினையைத் தூண்டவல்லது. சான்றாகப் பல்எதிலீன் தோற்றத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். பல்எதிலீனின் இரண்டு வகைப் பலபடிகளில் ஒன்றான குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீன் தனித்தியங்கு உறுப்பு இயங்குமுறை மூலம் கிடைக்கிறது. ஆனால், இரண்டாவது வகையைச் சேர்ந்த உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீன் நட்டா - ஜீக்லர் வினையூக்கியான ட்ரைஆல்கைல் அலுமினியம் - டைடேனியம் டெட்ரா க்ளோரைடு அணைவால் தூண்டப்பட்டுக் கிடைக்கிறது.

குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீனின் அமைப்பில் காணப்படும் கணிசமான கிளைச் சங்கிலிகளின் விளைவாக இதன் அடர்த்தி குறைவாகத் தென்படுகிறதென்றும், உயர்வடர்த்தி பல் எதிலீனின் அமைப்பில் இத்தகைய கிளைச் சங்கிலிகள் மிகமிகக் குறைந்த அளவில் காணப்படுவதால்தான் இப் பலபடியின் அடர்த்தி உயர்ந்துள்ளது என்பதையும் 'பல்எதிலீன்' என்ற தலைப்பின்கீழ்க் கண்டோம். இத்தகைய வேறுபாடினைத் தோற்றுவிப்பது பலபடியாக்கல் வினையைத் தூண்டத் தேர்ந்தெடுக்கும் வினையூக்கிகளே ஆகும்.

$$\sim\sim CH_2-\underset{}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}H-CH_2-CH_2\sim\sim+\overset{\circ}{R}\rightarrow\sim\sim CH_2-\overset{\circ}{C}H-CH_2-CH_2\sim\sim +R:H.$$

$$\sim\sim CH_2-\overset{\circ}{C}H-CH_2-CH_2\sim\sim+CH_2=CH_2\rightarrow\sim\sim CH_2-\underset{\underset{\underset{|}{CH_2}}{\underset{|}{CH_2}}}{\underset{|}{C}}H-CH_2-CH_2\sim\sim$$

[$\overset{\circ}{R}$= தனித்தியங்கு உறுப்பு]

மேலே காட்டியுள்ள சான்றிலிருந்து, எவ்வாறு வினைவேக மாற்றியிலிருந்து விளையும் தனித்தியங்கு உறுப்பு, பலபடிச் சங்கிலியில் காணப்படும் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவைக் கார்பனிலிருந்து பிரித்தெடுத்து, கிளைச்சங்கிலி தோன்றுவதற்குகந்த வண்ணம் சங்கிலியில் காணப்படும் கார்பன் அணுவில் தனித்தியங்கு உறுப்பை ஏற்படுத்துகிறது என்பது நன்கு விளங்கும்.

உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீன் தயாரிப்பின் இயங்குமுறையை, நுணுக்கங்களைத் தவிர்த்து மேலெழுந்தவாரியாக நோக்கினும் கூட, கிளைச் சங்கிலிகள் தோற்றம் ஏன் குறைவாகவுள்ளது என நன்கு புலப்படும். வினைவேக மாற்றியில் காணப்படும் உலோகப் பகுதி எதிலீனுடன் கலந்து உலோக ஆல்கைலைக் கொடுக்கும். பின்பு ஒவ்வோர் எதிலீன் மூலக் கூறும் இதனுடன் இணைந்து பலபடிச் சங்கிலியின் நீளத்தை அதிகரிக்க, ஒவ்வோர் எதிலீன் மூலக்கூறும் உலோகப் பகுதிக்கும் ஆல்கைல் பகுதிக்கும் இடையே புகுந்து கொள்கிறது எனக் கொள்ளலாம்.

$$M{-}CH_2{-}CH_3 + \xrightarrow{CH_2=CH_2} M{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$$

$$\xrightarrow{CH_2=CH_2} M{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$$

பல்ப்ரொப்பிலீனைப் பொறுத்தவரை, படிக உருக் கொண்ட தாங்கியில் ஏற்றப்பட்ட வினையூக்கி படிகத்தன்மை மிக்க பலபடியையும், படிகத்தன்மையற்ற தாங்கியில் ஏற்றப்பட்ட வினையூக்கி படிகத்தன்மையற்ற பலபடியையும் தருகின்றன.

பலபடியாக்கல் வினையைத் தூண்ட, வினையூக்கிகளின் அவசியத்தைப் பற்றி மேலே வலியுறுத்தப்பட்டிருப்பினும், ஸ்டைரீன் போன்ற வினைத்திறன் கொண்ட மூலக்கூறுகளின் பலபடியாக்கல் வினை வினையூக்கியின்றியே நிகழவல்லது என்பது இங்கு நினைவு கூரத்தக்கது.

சுருக்கவினை பலபடியாக்கல் மூலம் கிடைக்கும் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிப்பில் பெரும்பாலும் அமிலமோ அல்லது காரமோ வினையை யூக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

21. செயல் முறைகள்

(PROCESSES)

பிசின்களைத் தகுந்த செயல்முறைக்குட்படுத்தித் தேவையான வடிவம்கொண்ட பிளாஸ்டிக் பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம். பிசின்களின் தன்மைக்கேற்றவாறு செயல்முறைகளும் மாறுபடும். எனவேதான், வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்கும், வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்கும் பொதுவாக வெவ்வேறு செயல் முறைகள் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றன. பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகள், குழாய்கள், படலங்கள், இழைகள் போன்றன தகுந்த செயல்முறைக்குப்பின் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் வார்ப்புகளைத் தயாரிப்பது என்பது ஒரு கலையாகும். இருவகைப் பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகளும் நடைமுறையில் காணப்படுவதால் வார்ப்புகள் தயாரிப்பில் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய பல்வேறு அம்சங்களை முதலில் கவனிப்போம்.

பொதுவாக எஃகினாலான வார்ப்பச்சுகளில் (Moulds) வார்ப்புகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வார்ப்புத்தூளை அச்சில் நிரப்பினால் மட்டும் வார்ப்புகள் கிடைக்காது. தரமான வார்ப்புகளைப்பெற கீழ்க்காணும் அம்சங்களைக் கருத்தில் கொள்வது இன்றியமையாதது:

(1) வார்ப்பச்சில் எடுத்துக்கொண்ட வார்ப்புத்தூள்களுக்குத் தேவையான அழுத்தத்தை அளித்து வார்ப்புகளைப் பெற வேண்டும். பெரும்பாலும் உயர்வழுத்தம், இச் செயல்முறைக்குத் தேவைப்படுவதால், ப்ரெஸ் (Press) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(2) வார்த்தல் முடிந்தபின், வார்ப்பை அச்சிலிருந்து வெளியே எடுக்க உதவும் வண்ணம் வார்ப்பச்சு இருபகுதியாக உள்ளது.

(3) பெரும்பாலும் வார்த்தலுக்குப் பிசின் தூள்கள்தான் ஏற்றன. தூள்களுக்கிடையே காற்று எளிதில் புகுந்து காணப் படுவதால், வார்ப்பின் கனஅளவு அல்லது பருமன் (Volume), வார்ப்புத்தூளின் கனஅளவைவிட ஒன்றிலிருந்து பத்து மடங்கு வரை குறைந்து காணப்படுகிறது. வார்ப்புக்குமுன் வார்ப்புத்தூளின் கனஅளவுக்கும், வார்ப்புக்கும் உள்ள விகிதத்தை அமுக்க எண் (Compression factor or Bulk factor) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. வார்ப்பின் பருமனையும் (கன அளவையும்) அமுக்க எண்ணையும் அறிந்துகொண்டு, வார்ப் புக்கு எவ்வளவு தூள் தேவை என எளிதில் கணக்கிடலாம்.

(4) தரமிக்க வார்ப்பைப்பெற, வார்த்தலுக்கு எவ்வளவு அழுத்தம் தேவை என்று அறிந்துகொள்வது மிகவும் அவசியம். பிசினின் நெகிழ்வுத் தன்மைக்கேற்றவாறு இவ்வழுத்தமும் மாறுபட்டுக் காணப்படும். மேலும், பிசினைச் சூடேற்ற, நெகிழ்வுத் தன்மை கூடுவதால் வார்த்தலுக்குத் தேவையான அழுத்தத்தின் அளவு குறையும். எனவே, உயர்வெப்ப நிலையில் வார்த்தல் செயல்முறையை வெற்றிகரமாகச் செய்து முடிக்க மிகத்தாழ்வான அழுத்தம் போதும் எனத் தெளிவாகிறது. பொதுவாக வெப்பத் தால் இளகவல்ல பிசின்கள் உயர்வெப்பத்தைத் தாங்க இயலாது. குறிப்பாக, PVC போன்ற பிளாஸ்டிக்குகள் உயர் வெப்ப நிலையில் நிலையிறக்கம் அடைகின்றன என்று முன்பு பார்த்தோம். எனவே, வார்ப்புகளைப்பெற, பிசின்கள் நிலை யிறக்கம் அடையாத செயல்முறை வெப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு கொடுக்கப்படும் அழுத்தமும் இருத்தல் அவசியம்.

(5) பெரும்பாலும் எல்லாவகைப் பிசின்களிலும் வார்த்தல் வெப்பநிலை 100°C மேல்தான் உள்ளது. இவ் வெப்ப நிலையில் பிசின்களில் அடைபட்டுள்ள வாயுக்கள் வெளிப்படுகின்றன. சிலசமயம் பிசின்கள் நிலையிறக்கம் அடைவதன் விளைவாகவும் வாயுக்கள் வெளிப்படுகின்றன. சில வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிசின்களில் செயல்முறையை எளிதாக்கக் கலக்கப்படும் மென்மை யூட்டிகள் 100°C-ல் விரைவாக ஆவியாகின்றன. இவ் வாயுக் களும் வார்த்தலின்போது வெளியாகின்றன. இதன் காரண மாகச் செயல்முறை வெப்பநிலையைக் குறைக்கவேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகிறது.

வார்த்தலின்போது வெளிப்படும் வாயுக்களைத் தகுந்த முறையில் வார்ப்பச்சிலிருந்து நீக்கவேண்டும். இல்லாவிடில், வார்ப்பின் மேற்பரப்பில் கொப்புளங்கள் தோன்றும்.

இனி, வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக் குகந்த செயல்முறைகளைக் கவனிப்போம். கீழே தரப்பட்டுள்ள மூன்று முறைகளில் முதல் முறைதான் பெருவாரியான பயனில் உள்ளது:

(1) அழுத்த வார்த்தல் (Compression Moulding)

(2) மாற்றி வார்த்தல் (Transfer Moulding)

(3) ஊற்றி வார்த்தல் (Casting)

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள செயல்முறைகள் வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்குப் பொதுவாகப் பொருந்தா. இருப்பினும், இம் முறைகளில் தேவையான மாற்றங்களைப் புகுத்திச் சில தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளையும் செயல்முறை யாக்கலாம். இதைப்போலவே, தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குகளுக்கே உரித்தான 'பிழிந்து வார்த்தல்' (extrusion) முறை மூலமாக, தேவையான மாற்றங்களைச் செய்த பின்பு, தெர்மோசெட் பிளாஸ்டிக் பொருள்களையும் தயாரிக்கலாம்.

அழுத்த வார்த்தல் (Compression Moulding)

நெடுங்காலமாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட செயல் முறைகளில் இதுவும் முக்கியமானதொன்றாகும்.

இம் முறையில் குறிப்பிட்ட எடையுள்ள அல்லது கனஅளவு (பருமன்) கொண்ட வார்ப்புத்தூளை அல்லது சிறுமணி (granules)களை வார்ப்பச்சில் எடுத்துக்கொண்டு, தேவையான வெப்பமும் அழுத்தமும் ஒருங்கே கொடுக்க வார்ப்பு கிடைக்கிறது. வார்ப்பச்சுகள் பெரும்பாலும் இரண்டு பகுதிகளால் ஆனவை. மேல்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி எனப்படும் இவ்விருபகுதிகளை ஆங்கிலத்தில் முறையே ஆண் பகுதி, பெண் பகுதி எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. வார்ப்பச்சுக் குழியில் வார்ப்புத்தூளை நிரப்பி மேல் பகுதியைப் பொருத்தி ப்ரெஸ்ஸில் (press) அழுத்தப் படுகிறது. வார்ப்பச்சை அழுத்தும்போது ப்ரெஸ்ஸின் வெப்ப மூட்டப்பட்ட மேல் வாயிலிருந்தும், கீழ் வாயிலிருந்தும் வார்ப்புக்குத் தேவையான வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது. நீர்ம விசையால் உந்தப்படும் உந்து அச்சு (Ram) வார்ப்பச்சை அழுத்த உதவுகிறது.

வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்கைச் சூடேற்ற, குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்பட்டு இறுகுகிறது என்று முன்பு

பார்த்தோம். எனவே, வார்ப்பச்சில் இந் நெகிழிகள் இறுகு வதால், சூடாகவே இவ் வார்ப்புகளை அச்சிலிருந்து வெளியே எடுத்தாலும் வடிவக்குலைவு ஏற்படாது. வெப்பத்தால் இளக வல்ல நெகிழிகளில் இத்தகைய வேதியியற் மாற்றங்கள் ஏற்படாததால், இவை சூடான அச்சில் இறுகா; மாறாகக் கிட்டத் தட்ட இளகுநிலையிலேயே காணப்படும். எனவே, வடிவக் குலைவைத் தடுக்க, அச்சை நன்கு குளிரச்செய்த பின்னரே தெர்மோ பிளாஸ்டிக் வார்ப்புகளைத் திறந்து வெளியே எடுக்க வேண்டும்.

அழுத்த வார்த்தல் முறையில் கருத்தில் நிறுத்த வேண்டிய மேலும் சில அம்சங்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

(1) இம் முறைக்குப் பயனுகும் வார்ப்புத்தூள் நிரப்பப் பட்டவை (filled or containing filler) ஆகும். அதாவது, தனிப் பிசின்கள் மட்டுமின்றி தகுந்த நிரப்பிகளைக் கலந்தும் வார்ப்புத் தூள் தயாரிக்கப்படுகிறது. [வார்ப்புத் தூளில் நிரப்பிகளின் பணியைப்பற்றி "கலவைப் பொருள்கள்" என்ற அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.]

(2) வார்ப்பச்சில் செயல் முறையின்போது வார்ப்புத் தூளின் பருமன் (கனஅளவு) குறைகிறது. ஏனெனில், வார்ப் புத்தூள்களுக்கிடையில் காணப்படும் காற்று அழுத்தத்தில் வெளியேறுகிறது. இதன் விளைவாகச் செயல் முறைக்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வார்ப்புத்தூளின் கனஅளவு வார்ப்பின் கனஅளவை விட மிகவும் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். எனவே, தேவை யான அளவு வார்ப்புத்தூளை நிரப்ப வார்ப்பச்சில் போதுமான இடவசதி இருத்தல் அவசியம். மேலும், செயல்முறையின்போது நிகழும் சுருக்கத்தைத் தகுந்தபடி பின்பற்ற அழுத்தும் கருவி (plunger) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

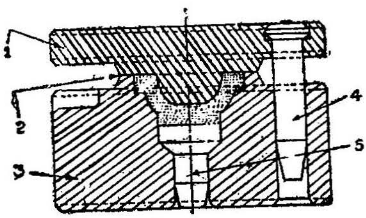
(3) அழுத்த வார்த்தலின்போது வெளிப்படும் காற்று, வாயு, நீராவி இவற்றைத் தகுந்த முறையில் வெளியேற்ற வேண்டும்.

(4) வார்ப்பச்சில் தூளைக் குறிப்பிட்ட நேரம் வெப்பத்திலும் அழுத்தத்திலும் வைத்திருக்க வேண்டும். அப்போது வார்ப்பு பக்குவ மடைகிறது.

அழுத்த வார்த்தல் முறைக்குப் பயன்படும் வார்ப்பு அச்சுகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

முதல் வகை

ஆங்கிலத்தில் ஃப்ளாஷ் டைப் (Flash type) என வழங்கப் படும் இவ்வகை அச்சில் தேவைக்குச் சற்று அதிகமாகவே வார்ப்புத்தூளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். வெப்பத்தில் வார்ப் பச்சு அழுத்தப்படும் போது தேவைக்கு அதிகமான பிசின் பிதுங்கி வெளியே வழிந்து விடுகிறது. பிதுங்கி வெளிவரும் பிசின் ஆங்கிலத்தில் ஃப்ளாஷ் (Flash) என்று குறிப்பிடப் படுகிறது. தேவைக்கு அதிகமான வார்ப்புத்தூள் வார்ப்பச்சி லிருந்து நீக்கப்பட்டு, துடைக்கப்பட்டு விடுவதால் இவ்வகை அச்சுகளுக்குத் தேவையான வார்ப்புத் தூளைத் துல்லியமாக நிறுக்க வேண்டாம்.



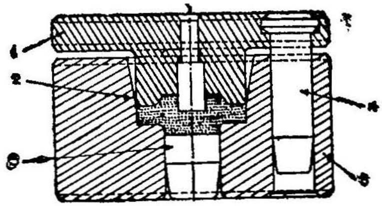
ஃப்ளாஷ் வகை

படம் 11.

1. மேல் விசை 2. கிடக்கை ஃப்ளாஷ்
3. அச்சை நிலைத்திருக்கச் செய்யும் சட்டம் (chase)
4. துணைத் தூண் 5. வெளித் தள்ளும் ஆணி.

இரண்டாவது வகை

பாஸிட்டிவ் டைப் (positive type) என வழங்கப்படும் இவ்வகை அச்சுகள் முற்றிலும் மூடி இருக்கின்றன. எனவே தேவைக் கதிகமான வார்ப்புத்தூள் செய்முறையின்போது வெளிவர வழி இல்லாததால் இத்தகைய அச்சுகளில் வார்ப்புக்கு வேண்டிய வார்ப்புத்தூளைத் துல்லியமாக நிறுத்துக் கொள்ளவேண்டும். இவ்வச்சுகளில் நுண்ணிய இடைவெளிகூட இல்லாததால், செயல்முறையில் வெளிப்படும் காற்று, வாயு போன்றன வெளியேற வழியின்றி வார்ப்புகளின் புறப்பரப்பில் கொப்புளங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடு (laminated plastic) களிலிருந்து வார்ப்புகளைப் பெற இவ்வகை அச்சுகள் பயனாகின்றன.



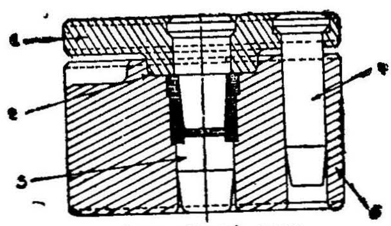
பாசிட்டிவ் வகை

படம் 12.

1. மேல் விசை 2. குத்துயர ஃப்ளாஷ்
3. வெளித் தள்ளும் ஆணி 4. துணைத் தூண்
5. அச்சை விலக்கச் செய்யும் சட்டம்.

மூன்றாவது வகை

செமிபாஸிட்டிவ் (Semi positive) அல்லது செமி ஃப்ளாஷ் (Semi flash) என்ற இவ்வகை அச்சு மேலே காணும் இருவகை அச்சுகளின் பொதுத்தன்மைகளை ஒருங்கே பெற்றுள்ளது. எனவே, இவ் வகை அச்சுகளிலும் வார்ப்புக்குத் தேவையான அளவு வார்ப்புத்தூளை விடச் சற்று அதிகமாக எடுத்துக்கொண்டாலும், ஃப்ளாஷ் டைப்பைப் போன்று கூடுதலான பிசின் செயல் முறையின்போது பிதுங்கி வெளியே வழிகிறது. மிக அதிகவிலை காரணமாக இவ் வகை அச்சுத் தயாரிப்பு ஒடுக்கமடைந்துள்ளது.



செமிபாசிட்டிவ் வகை

படம் 13.

1. மேல் விசை 2. கிடக்கை ஃப்ளாஷ்
3. வெளித் தள்ளும் ஆணி 4. துணைத் தூண்
5. அச்சை விலக்கச் செய்யும் சட்டம்.

வார்ப்பச்சை வெப்பமூட்டும் முறை

ப்ரெஸ்ஸில் காணப்படும் மேல்வாய், கீழ்வாய்ப் பகுதிகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ள அழுத்தும் பகுதிகள் (Platens) தகுந்த

முறையில் சூடேற்றப்பட்டு, வார்ப்பச்சை இப் பகுதிகளுக்கிடையே அழுத்தும் போது, வார்ப்பச்சுக்கு வெப்பம் கடத்தப் படுகிறது.

ப்ரெஸ்ஸில் காணப்படும் அழுத்தும் பகுதிகளைக் கொதி நீராவியைக் கொண்டு வெப்பமூட்டலாம். மின்சாரத்தின் உதவியாலும் சூடேற்றலாம். நீராவி முறை, அதன் குறைந்த செலவின் காரணமாகப் பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. கூடு போன்ற அழுத்தும் பகுதிகளின் வழியே நீராவியைச் செலுத்தி இவை சூடேற்றப்படுகின்றன.

ப்ரெஸ்

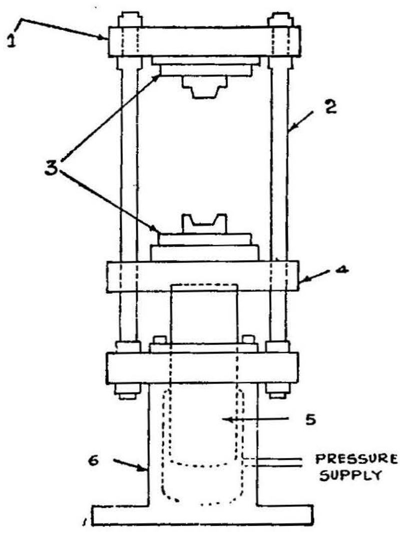
வார்ப்பச்சுகளை அழுத்தப்பயன்படும் ப்ரெஸ்களில் படிப்படியான வளர்ச்சியும், நேர்த்தியும் காணப்படுகின்றன. எனவே, ப்ரெஸ்களின் அடிப்படை இயங்குமுறை இங்குச் சுருக்கமாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல் வார்ப்பச்சு பிரெஸ்ஸின் இரு பகுதிகளுக்கிடையில் நெருக்கப்பட்டு அழுத்தத்தைப் பெறுகிறது. இப் பகுதிகளில் ஒரு பகுதி மேலும் கீழும் இயங்காதவாறு ஒரே இடத்தில் அசைக்கமுடியாதவாறு ப்ரெஸ்ஸில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதை நாம், மேல்வாய் எனக் குறிப்பிடலாம். 'கீழ்வாய் எனப்படும் மற்றொரு பகுதி மேலும் கீழும் எளிதில் இயங்கவல்லது. கீழ்வாயைக் கீழிருந்து மேலே உந்த, இரு வாய்களுக்கிடையே உள்ள தூரம் குறைகிறது. வார்ப்பச்சு இவ்விரு வாய்களுக்கிடையேதான் வைக்கப்படுகிறது. கீழ்வாயின் அடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள உந்து அச்சின் (Ram) உதவியால் அது மேலும் கீழும் இயங்குகிறது. சிலிண்டரில் பொருத்தப்பட்டுள்ள உந்து அச்சு, மேலும் கீழும் இயங்க அழுத்தப்பட்ட நீர்மம் (Compressed liquid) பயன்படுத்தப் படுகிறது.

வாயுக்களைப்போலன்றி நீர்மங்களை அழுத்திச் சுருக்க முடியாது (incompressible). மேலும், அழுத்தப்பட்ட நீர்மத்தின் தகைவு (stress) எல்லாப் புறங்களிலும் சீராகப் பரவுகின்றது. நீர்மத்தின் இவ்விரண்டு இயல்புகளின் அடிப்படையில் அமைந்ததுதான் நீர்மவிசையால் இயங்கும் ப்ரெஸ் (Hydraulic press). அழுத்தப்பட்ட நீர்மத்தைச் சிலிண்டருக்குள் செலுத்த, உந்து அச்சு கீழிருந்து மேலே உந்தப்படுகிறது. நீர்மத்தின் அழுத்தம் p டன்கள்/சது.அங். என்று கொண்டால், இவ்

அழுத்தமே எல்லாத் திசையிலும் பரவுகின்றது. a சது.அங். பரப்பளவுள்ள இவ்வுந்தச்சிற்குக் கிடைக்கும் அழுத்தம் p a டன்கள்/சது.அங். இவ்விசையுடனே கீழ்வாய் மேலே உந்தப் படுகிறது. ஆனால், வார்ப்பச்சு பெறும் அழுத்தம் அதன் பரப்பைப் பொறுத்திருக்கும். உந்து விசையை வார்ப்பச்சின் பரப்பளவினால் வகுத்தால், வார்ப்பச்சு பெறும் அழுத்தம் தெரியும்.

ப்ரெஸ்ஸை இயக்கப் பெரும்பாலும் நீர்தான் பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஆனால், சிலிண்டரின் வெளிப்பக்கம் வெகுஎளிதில் அரிக்கப்பட்டு விடுவதால், அரிமானத் தன்மையைத் தூண்ட இயலாத எண்ணெய்போன்ற நீர்மத்தைக்கொண்டும் ப்ரெஸ்ஸை இயக்கலாம். எண்ணெயின் உயத்தன்மை இப்பணியைச் சிறப் புறச்செய்ய உதவினாலும், உந்து அச்சின் தேய்ந்த பாகங்களின் வழியே கசியும் எண்ணெய் ஆக்ஸிஜனேற்றமடைந்து கோந்து போன்ற திண்மமாக மாறுகிறது. சிக்கனத்தின் பொருட்டு நீர் ப்ரெஸ்தான் பெரும்பாலும் நடைமுறையில் காணப்படுகிறது.

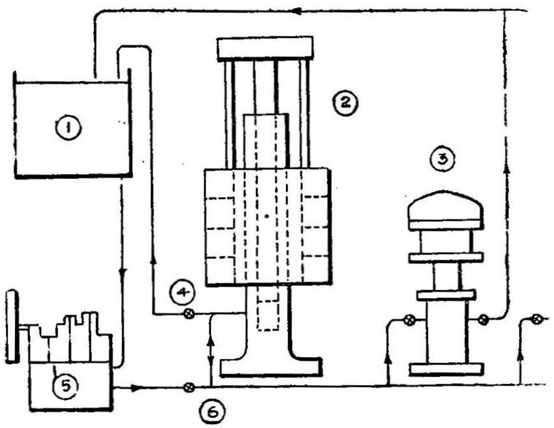


படம் 14.

நீர்ம விசையால் இயங்கும் ப்ரெஸ்

1. தலை 2. தூண் 3. சூடேற்றப்பட்ட அழுத்தும் பகுதிகள்
4. தாங்கி 5. உந்து அச்சு 6. தளம்.

சிலிண்டருக்குள் செலுத்தப்பட்ட அழுத்தப்பட்ட உந்து அச்சை மேலே தள்ளியதும் அதன் கனஅளவு (பருமன்) கூடுவதால் அழுத்தம் குறைகிறது. பொதுவாக அழுத்தப்பட்ட நீர் பம்ப்பின் (Pump) துணைகொண்டு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ப்ரெஸ்களுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. எனவே, மேலே குறிப்பிட்டதுபோல் ஒவ்வொரு ப்ரெஸ்ஸிலும், உந்து அச்சு மேலே தள்ளப்படும்போது தோன்றும் அழுத்தக் குறைவைப் பம்ப்பு ஈடுகட்ட முடியாது. இதன் விளைவாகப் ப்ரெஸ் தேவையான அழுத்தத்தைப் பெறமுடியாது. எனவே, வார்ப்பச்சும் சரியாக அழுத்தப்படாமல், இதிலிருந்து கிடைக்கும் வார்ப்புகள் உறுதியற்றுக் காணப்படுகின்றன. எனவே, சிலிண்டரில் தோன்றும் அழுத்தக்குறைவை ஈடுகட்ட இரண்டு வழிகள் நடைமுறையில் உள்ளன. (1) அழுத்தப்பட்ட நீரைப் பம்ப்பின் உதவியால் ஓரே சிலிண்டருக்குள் செலுத்துவது. (2) நீரியக்கச் சேமக் கலத்தைப் (Hydraulic accumulator) பயன்படுத்திப் பல சிலிண்டர்களில் தோன்றும் அழுத்தக் குறைவை ஈடுகட்டுவது.



படம் 15.

சேமக்கல அமைப்பு

1. நீர்த் தேக்கம் 2. சேமக் கலம் 3. ப்ரெஸ்.
4. பாதுகாப்பு ஒருவழிக் கதவு 5. பம்ப்பு
6. எதிர்த் திசையில் திறக்கமுடியாத ஒருவழிக் கதவு (Non-return valve).

படத்தில் காட்டியபடி சேமக்கலம் (Accumulator) உந்தச்சு உடைய சிலிண்டராகும். தேவையான அழுத்தமுள்ள நீரைப் பெற, சேமக் கலத்தின் மேற்பரப்பில் தேவையான எடை வைக்க

வேண்டும். பிரெஸ் செயல்படாதபோது பம்ப்பிலிருந்து நீர் சேமக் கலத்திற்குள் சென்று, ஓரளவு அழுத்தத்தைப் பெற்றபின் உந்து அச்சு மேலே ஏறுகிறது. இவ்வமயம் சேமக் கலத்தினுள் காணப்படும் நீர் முழுவதும் ஒரே அழுத்தத்தைப் (Constant pressure) பெற்று இருக்கும். பிரெஸ் செயல்படத் தொடங்கியதும், சேமக்கலத்திலிருந்து ஒரே சீரான அழுத்தத்துடன் நீர் ப்ரெஸ் சிலிண்டரை அடைகிறது. இதன் காரணமாகச் சேமக் கலத்தின் உந்து அச்சு கீழேவரத் தொடங்கும். பம்ப்பிலிருந்து நீர் உள்ளேவர மீண்டும் உந்து அச்சு பழைய நிலையை அடைகிறது. இம் முறையில் ஒரே சீரான அழுத்தமுள்ள நீரைப் பிரெஸ்ஸுக்குக் கிடைக்கச்செய்வது நமது குறிக்கோள். எனவே, சேமக்கலம், பம்ப்பு இவற்றின் இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தி, அதன் விளைவாகப் பம்ப்பை எப்போதும் இயங்கவைத்து, சேமக்கலத்தின் உந்து அச்சை, செயல் முறையின்போது, மேல்பகுதியிலோ அல்லது கீழ்ப்பகுதியிலோ இருக்கச் செய்யாமல் சிலிண்டரின் நடுப்பகுதியில் இருக்குமாறு செய்து தொடர்ச்சியாக, ஒரே சீரான அழுத்தமுள்ள நீரைப் ப்ரெஸ்ஸுக்குச் செலுத்தலாம்.

சேமக்கலத்திலுள்ள உந்து அச்சு மேலே உந்தப்பட்டு அதன் எல்லையை அடைந்ததும், உந்து அச்சின் உதவியால் பாதுகாப்பு ஒருவழிக்கதவு (Safety valve) திறந்து நீர், நீர்த் தேக்கத்தை அடைகிறது.

இதுவரை படித்த ப்ரெஸ்ஸில் உந்து அச்சு மேல்நோக்கி இயக்கப்படுகிறது. கீழ்நோக்கிச் செல்லும் உந்து அச்சையுடைய (Down stroke) ப்ரெஸ்களும் உண்டு.

முன் இறுக்கமும் முற் சூடுபடுத்தலும் (Preforming and Preheating)

வார்ப்புகளைப் பெற, வார்ப்புத்தூள் நிரப்பப்பட்ட வார்ப்பச்சை ப்ரெஸ்ஸில் அழுத்தவேண்டும் என்று படித்தோம். இம் முறையில் வார்ப்புகளைப்பெற அதிக நேரம் தேவைப்படுகிறது. மேலும் செலவும் கூடுகிறது, இக் குறைகளைக் களையவும், வார்ப்பின் நேர்த்தியை அதிகரிக்கவும், வார்ப்புத்தூள்களை முதலில் வார்ப்பச்சு வடிவத்திற்கு வெப்பமின்றி அழுத்தத்தில் இறுக்ச் செய்யவேண்டும். அல்லது வார்ப்புத்தூளை வெப்பமின்றி அழுத்தி சிறு உருண்டையாக (Pellet) செய்துகொள்ள வேண்டும். இம்முறை குறிப்பாக, சில இடங்கள் மெல்லியதாகவும், சில இடங்கள் கனமாகவும் உள்ள வார்ப்புகளைப் பெறப் பெரிதும் உதவுகிறது. வார்ப்பச்சை நிரப்புவது, இம் முறையில், மிகவும் எளிதான செயல், எனவே, செயல்முறை

நேரம் குறைகிறது. செயல்முறைக்குத் தாழ்ந்த அழுத்தமும் போதும்.

மிகுந்த தடிப்பான வார்ப்புகளில் வார்ப்புத்தூளை அச்சில் எடுத்துக்கொண்டு அழுத்தத்தைக் கொடுப்பதற்கு முன்னமே சூடேற்றிக்கொள்ள வேண்டும். இதனை முற்சூடுபடுத்தல் (Preheating) எனக் குறிப்பிடுதல் உண்டு. இதனுல் விளையும் நன்மைகள் பல. அவையாவன :

(1) வார்ப்பு காற்றுப் புகவல்ல நுண்துளைகளின்றி இறுக்க மிகுந்து காணப்படும்.

(2) வார்த்தல் செயல்முறையின்போது குறைவான வெப்பம் போதும்.

(3) வார்ப்பின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் சுருக்கங்களில் எண்ணிக்கையும் குறையும்.

இம் முறையில் வார்ப்புத்தூள்களைச் சூடேற்ற கீழ்சிவப்புக் கதிர்கள் (Infra red rays), வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்தவல்ல மின்னடுப்புகள் அல்லது வாயு அடுப்புகள் போன்றன உதவு கின்றன.

வார்ப்புகள் தயாரிக்கும் முறை

அழுத்தவார்த்தல் முறையில், வார்ப்பச்சின் வெப்பத்தைப் பொறுத்தே வார்ப்புகள் கடினத்தன்மையை அடைகின்றன. எனவே, ஒவ்வொரு பிசினுக்கும் உகந்தவாறு வார்ப்பச்சின் வெப்பநிலை அமைய, ப்ரெஸ்ஸில் அழுத்தப்படும் பகுதிகளைத் (Platens) தகுந்தவாறு வெப்பமூட்ட வேண்டும். வார்ப்புத் தூளையோ அல்லது வார்ப்புத்தூள்களான உருண்டைகளையோ வார்ப்பச்சில் நிரப்புவதற்கு முன்பு, வார்ப்பச்சு தகுந்த வெப்ப நிலையை அடையும் பொருட்டு, முதலில் ப்ரெஸ்ஸில் ஏற்றி 20 முதல் 30 நிமிடங்கள் வரை வைத்திருக்க வேண்டும். பின் வார்ப்பச்சை நிரப்பி, மூடி, பின் இலேசான அழுத்தம் கொடுக்க வார்ப்புத் தூள்கள் ஒன்று சேருகின்றன. தேவைக்கேற்றவாறு, முப்பது விஞடியோ, அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நேரமோ, இந் நிலையில் வைத்திருந்தபின் வார்ப்பு வாய்களைச் சிறிது அகற்ற, அவற்றினிடையே தோன்றும் இடைவெளி வழியே காற்று, வாயு அல்லது ஈரம் போன்றன வெளியேற்றப்படுகின்றன. பின்பு வார்ப்பச்சை நன்கு மூடி ப்ரெஸ்ஸில் வைத்து உயர்வழுத்தம் கொடுக்க வேண்டும். இந்நிலையில் வார்ப்பச்சு குறிப்பிட்ட

நேரம் வைத்திருக்கப்படுகிறது. இப்போதுதான் பிசின் பக்குவமடைகிறது. வார்ப்பின் கனம், வார்ப்பச்சின் வெப்பநிலை, பிசினின் தன்மை இவற்றுக்கேற்றவாறு பக்குவமாக்கும் நேரம் மாறுபடும். பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தை உலோகம்போல் எளிதில் கடத்தாததால், தடிப்புமிக்க (கனமான) வார்ப்புகளைப்பெற, வார்ப்பச்சு அதிக நேரம் ப்ரெஸ்ஸில் வைக்கப்படுகிறது. இல்லாவிடின் பிளாஸ்டிக்கின் மேல்பரப்பு மட்டும் நன்கு பக்குவமடைந்து, உட்பகுதிகள் பக்குவமடையாமல் கரியைப்போன்று நுண்துளைகள் மிகுந்த வார்ப்புகள் கிடைக்கின்றன.

பிசின் பக்குமடைந்தபின் வார்ப்பச்சைத் திறந்து வார்ப்புகளை வெளியே எடுக்க வேண்டும். கையாலோ அல்லது சாமணங்களின் உதவியாலோ வார்ப்பை வெளியே எடுக்கலாம். இருப்பினும் வார்ப்பச்சின் மேல்பகுதியில் அல்லது கீழ்ப்பகுதியில் காணப்படும் வார்ப்பை வெளித்தள்ளும் ஆணி (Ejectorpins)யின் உதவியால்தான் பெரும்பாலும் வார்ப்பச்சிலிருந்து வார்ப்புகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. வார்ப்பை வெளித்தள்ளும் முறையை அடிப்படையாகக்கொண்டு அழுத்தவார்த்தலை, (1) கைமுறை (Hand moulding), (2) பாதித்தானியங்கு முறை (Semi automatic moulding). (3) தானியங்குமுறை (automatic moulding) என்ற மூன்று முறைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மாற்றி வார்த்தல் (Transfer moulding)

எளிதான அமைப்புகள் கொண்ட வார்ப்புகள் தயாரிக்க அழுத்தவார்த்தல்முறை இலாபகரமானது. ஆனால், வேலைத்திறன்மிக்க உள்ளமைப்புகள (Insets) கொண்ட வார்ப்புகள் தயாரிக்க ஊற்றி வார்த்தல்முறை பயனுகிறது. இம் முறையில் வார்ப்புத்தூள்களை ஓர் அறையில் வெப்பமூட்டி, அது நெகிழ்ந்தபின் குறுகலான வழிமூலம் (Gate), வார்ப்பச்சில் செலுத்தி அழுத்தவேண்டும். வார்ப்பச்சில் பிசின் பக்குவமடையும் போதும் அழுத்தத்தை நிலையாக வைத்திருத்தல் அவசியம். பக்குவமடைந்தபின், அழுத்தவார்த்தல் முறையைப் பின்பற்றி, வார்ப்புகளை வெளியேற்ற வேண்டும்.

இம் முறையில் நெகிழ்வான பிசினை வார்ப்பச்சில் செலுத்துவதால், இது வார்ப்பச்சின் எல்லா நுணுக்கமிக்க பகுதிகளையும் அடையும். அச்சு நிரம்பியதும் வார்ப்பச்சிற்கான குறுகிய வழி (Gate) மூடிக்கொள்வதால் பிசின் பிதுங்கி வழியும் சங்கடங்கள் இம் முறையில் இல்லை. மேலும், துல்லியமான பரிமாணங்கள் கொண்ட வார்ப்புகளும் கிடைக்கின்றன. உறுதியற்ற உள்

ளமைப்புகள் (fragile insets) கொண்ட வார்ப்புகளை, அழுத்த வார்த்தல் முறையைப் போலன்றி, மாற்றி வார்த்தல் செயல் முறையில் எளிதில் தயாரிக்கலாம்.

அழுத்தவார்த்தல் முறையில் பயன்படும் வார்ப்பச்சுகள், மாற்றி வார்த்தல் முறைக்கேற்ற வார்ப்பச்சுகளைப்போல் சிக்கல் மிகுந்ததல்ல. ஏனெனில் மாற்றி வார்த்தல் முறைக்கான வார்ப்பச்சின் ஒரு பகுதியில், வார்ப்புத்தூள் நிரப்பும் அறை (Injection well), இளகிய பிசினை வார்ப்பச்சிற்குள் அழுத்தத்துடன் உள்ளே செலுத்த உதவும் அழுத்தும் கருவி (Plunger) ஆகிய இரண்டும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இம் முறையிலும் சிக்கல் மிகுந்த வார்ப்பச்சு ப்ரெஸ்ஸில்தான் சூடேற்றப்படுகிறது. மாற்றி வார்த்தல் முறையில் வார்ப்புகள் தயாரிக்க முதலில், தேவைக்குச் சற்று அதிகமான வார்ப்புத்தூளை அறையில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். வார்ப்பச்சைப் பின்னர் இலேசாக அழுத்தமூட்ட, வார்ப்புத்தூள்கள் இளகுகின்றன. இந்நிலையில் அழுத்தும் கருவி இளகிய பிசினைக் குறுகியவழி (Gate) மூலம் வார்ப்பச்சிற்குள் செலுத்த உதவுகிறது.

ஊற்றி வார்த்தல்

இம் முறையில் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிசினைச் சூடேற்றித் திரவ நிலையில் திறந்த வார்ப்பச்சில் ஊற்றவேண்டும். இச் செயல்முறை அறை அழுத்தத்தில் நடைபெறுவதால், உயர் அழுத்தத்தைத் தாங்கவல்ல உறுதிமிக்க வார்ப்பச்சுகள் தேவையில்லை. எனவே, செலவும் குறைவு. பிசின் வார்ப்பச்சில் பக்குவமடையும்போது குமிழ்கள் தோன்றாமல் இருக்கச் செய்யும் பொருட்டு, மெதுவாகவே பக்குவமடையச் செய்தல் அவசியம், எனவே, இம் முறையில் வார்ப்புகளைப்பெற நீண்டநேரம் தேவைப்படுகிறது. இம் முறைமூலம் தகடுகள், குழாய்கள், தடிகள் (Rods) போன்றனவும் தயாரிக்கலாம்.

பிழிந்து வார்த்தல்
(Extrusion)

அழுத்த வார்த்தல் முறையில் வார்ப்புகளைத் தொடர்ச்சியாகப் பெற முடியாது. மேலும், வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளைச் செயல்முறையாக்கப் பயன்படும் முறையாகும் இது. இனி வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்குகந்த செயல் முறைகளைப்பற்றி கவனிப்போம்.

(1) பிழிந்து வார்த்தல் (Extrusion)

(2) பீச்சி வார்த்தல் (Injection Moulding)

(3) காலண்டரிங் (Calendering)

என்ற மூன்று முக்கியமான முறைகளில் வெப்பத்தால் இளக வல்ல பிளாஸ்டிக் பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம்.

பிழிந்து வார்த்தல்

தொடர்ச்சியான இச் செயல்முறை மூலம், குழாய்கள் படலங்கள், கம்பிகளுக்கு மேலுறைகள் போன்றன தயாரிக்கப் படுகின்றன. மேலும், பிளாஸ்டிக் சீசாக்கள் தயாரிக்கப் பயன் படும் ஊதி வார்த்தல் (Blow moulding) செயல்முறை, பிழிந்து வார்த்தல் செயல்முறையின் அடிப்படையில் அமைந்ததாகும்.

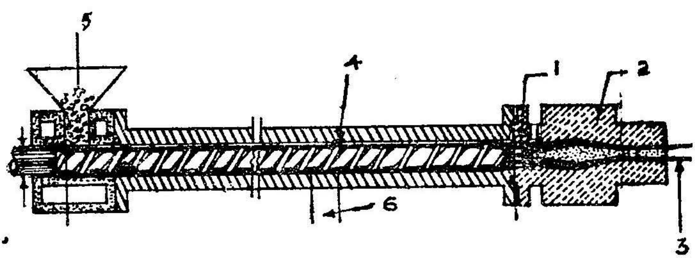
பிழிந்து வார்த்தல் செயல்முறையில் கீழ்க்கண்ட நான்கு கட்டங்கள் உள்ளன:

(1) பிசின் மென்மையூட்டப்பட வேண்டும்.

(2) மென்மையூட்டப்பட்ட தெர்மோ பிளாடிஸ்க் பிசினை வடிவச்சின் (die) வழியே செலுத்த வேண்டும்.

(3) வடிவச்சிலிருந்து வெளிவரும் பகுதிகளைக் குளிர வைக்க வேண்டும்.

(4) படலங்கள் போன்றவற்றை உருளையில் சுற்றி வைத்தல்.



படம் 16.

பிழிந்து வார்த்தல்

1. தடைத்தகடு 2. வடிவச்சு
3. குழாய் 4. பிசின் பாகு
5. பலபடிச் சிறுமணிகள் 6. இடைநிலை மாற்ற மண்டலம்.

இந் நான்கு கட்டங்களில் முதல் இரண்டும் பிழி கருவியில் (extruder) நடக்கின்றன. பிழி கருவியில் ஒரு நீண்ட திருகாணி வெப்ப மூட்டப்பட்ட சிலிண்டரில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. திருகாணியின் சுழற்சியின் காரணமாக, பிழி கருவியின் ஒரு முனையில் பொருத்தப்பட்ட பெரிய புனல் வழியே செலுத்தப்படும் பிசின், உந்தப்பட்டு மென்மையடைந்து, திருகாணியின் தலைப் புறத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள வடிவச்சின் வழியே பிழியப் படுகிறது. பிழியப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பொருளைத் (அதாவது குழாய், படலம் போன்றவற்றை) தகுந்த முறையில் குளிரச் செய்ய வேண்டும்.

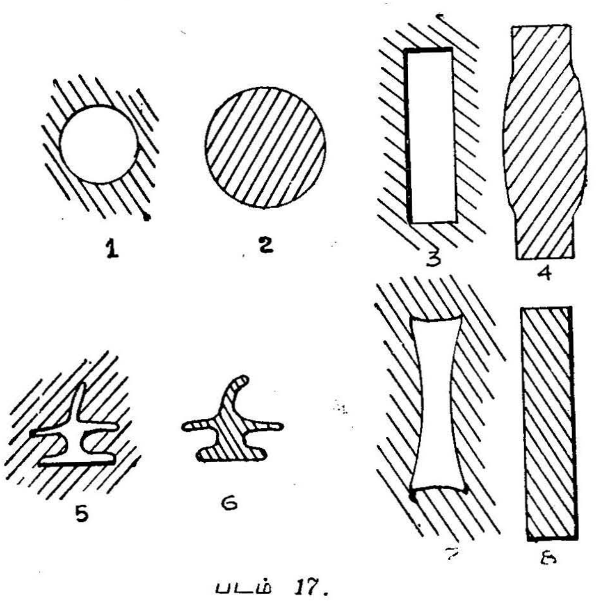
பிழி கருவியில் முக்கிய பாகமான திருகாணி சிலிண்டருக்குள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. திருகச்சின் தொடக்கத்தில் காணும் பெரிய புனல் வழியே பிசின் மணிகளை உள்ளே செலுத்த வேண்டும். திருகாணியின் முடிவில், பிழி கருவியின் தலைப் பாகம் என்று வழங்கப்படும் பகுதியில் வடிவச்சு காணப்படுகிறது. மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கவல்ல இத் திருகாணியின் முதல் பகுதியில்தான் பிசின் மணிகள் உள்ளே செலுத்தப்படுகின்றன. அமுக்கப் பகுதி என்று வழங்கப்படும் இரண்டாவது பகுதியில் பிசின் மணிகள் அமுக்கப்படுகின்றன. இப் பகுதியில் திருகாணி யின் மறைகளின் ஆழம் குறைவாகக் காணப்படுவதால், இப் பகுதியின் கனஅளவும் குறைந்து காணப்படும். ஆதலால் பிசின் தூள்கள் நன்கு அழுத்தப்பட்டு அல்லது அமுக்கப்பட்டு, காற்று, நீராவி போன்ற வாயுக்கள் பிசின் மணிகளிலிருந்து வெளிப்பட்டு திருகாணியின் தொடக்கப் பகுதியை நோக்கிச் (பிழி கருவியின் வால்பகுதியை நோக்கி) சென்று விடுகிறது. எனவே, பிழியப்பட்ட பொருள்கள் நுண்துளைகளின்றி காணப்படுகின்றன. பிசின் அமுக்கப்படும் இப் பகுதியில் திருகாணியின் சுழற்சியின் விளைவாக மென்மையூட்டப்பட்ட பிசின் நன்கு கலக்கப்பட்டுச் சீரான கலவையாக மாறுகிறது. பிழி பகுதி எனப்படும் திருகாணியின் மூன்றாவது பகுதியில் நெகிழ்வாக்கப்பட்ட பிசின் வடிவ அச்சின் வழியே சீராகப் பிழியப்படுகிறது.

வடிவச்சுக்கு முன், பிழி கருவியின் தலைப்பாகத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள தடைத்தகடில் (Braker plate) காணப்படும் சல்லடை உருகிய பிசினில் காணப்படும் சன்னக் கட்டிகளைப் பிரித்து எடுக்க (வடிகட்ட) உதவுகிறது. படலங்கள் தயாரிப்பில் இதன் பணி குறிப்பிடத்தக்கது. மிக நுண்ணிய கட்டிகள் படலங்களின் வலிமையைக் குன்றச் செய்கிறது. ஏனெனில்,

இக் கட்டிகள் தென்படும் இடங்களில் வெகு எளிதில் துவாரங்கள் தோன்றி விடும்.

திருகாணியை (திருகச்சை) இயக்க மோட்டார் பயன் படுத்தப்படுகிறது. திருகாணியை ஒரே சீரான வேகத்தில் இயக்காமல் குறைந்த கூடுதலான வேகத்தில் இயக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாகச் சிலிண்டரில் உள் அழுத்தம் கூடுவதால், பிசினை வெளித்தள்ளும் அச்சு உறுதிமிக்கதாக இருத்தல் அவசியம்.

உருகிய பிசின் வடிவச்சில், அழுத்தத்தில் பிழியப்பட்டு வடிவச்சை விட்டு வெளியே வரும்போது அழுத்த இறக்க மடைவதால், விரிவடைகிறது. அதாவது பருத்து விடுகிறது. எனவே, வடிவச்சிலிருந்து பிழியப்பட்டு வெளிவரும் பிசினின் வடிவம், அச்சையொத்துக் காணப்படாமல், சற்றுப் பெருத்து காணப்படுகிறது. வடிவச்சின் வடிவங்களும், பிழியப்பட்ட வடிவங்களும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 17.

வடிவச்சுகளும், பிழியப்பட்ட பகுதிகளும்.

படம் 17-ல் எண்கள் 1, 3, 5, 7 வடிவச்சுக்களையும், 2, 4, 6, 8, இவ் வடிவச்சுகளிலிருந்து முறையே கிடைக்கும்

பிழியப்பட்ட பகுதிகளையும் குறிக்கின்றன. செவ்வக வடிவமுடைய (8) பிழியப்பட்ட பகுதியைப் பெற, செவ்வக வடிவம் (3) கொண்ட அச்சைப் பயன்படுத்தினல், குவியமைப்புடைய பிழியப்பட்ட பகுதியே கிடைக்குமாதலால், குவியமைப்புடைய வடிவச்சைத் (7) தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும் என நன்கு விளங்கும். பொதுவாகத் தேவையான அமைப்புள்ளப் பிழியப் பட்ட பகுதியைப் பெற சோதனை அச்சுகள் பல தயாரித்து, பரிசீலனைக்குப்பின் தகுந்த வடிவச்சைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

அகன்ற புனல்வழியே செல்லும் பிசின் மணிகள் தங்கு தடையின்றி சிலிண்டரை அடைய வேண்டும். பிசினின் தன்மையைப் பொறுத்து புனலின் அடிப்பாகத்தில் குளிரச் செய்யும் சாதனம் பொருத்த வேண்டும். ஏனெனில், சில பிசின்களின் மிகத் தாழ்ந்த இளகுநிலை காரணமாக, அவை இளகி, புனலின் அடிப்பாகத்தில் அடைத்துக் கொண்டு விடும்.

பிழிந்து வார்த்தல் இரண்டு விதங்களில் செய்யப்படுகிறது. முதல்முறையில் நன்கு மென்மையூட்டப்பட்ட பிசினை வெப்பமூட்டப்பட்ட வடிவச்சின் வழியே செலுத்தவேண்டும். இரண்டாவது வகையில் வடிவச்சுடன், பிழி கருவியின் சிலிண்டரும் சூடேற்றப்படுகிறது. பிசின்மணிகள் பிழி கருவியின் வால் பகுதியிலிருந்து தலைப்பகுதியை நோக்கிச் செல்லும்போது இளக்கப்பட்டு, சீரான கலவையாக மாற்றப்பட்டு, முடிவில் சூடேற்றப்பட்ட வடிவச்சின் வழியே பிழியப்படுகிறது.

மின்சாரத்தின் துணைகொண்டு வடிவச்சையும், பிழி கருவியின் உடலையும் சூடேற்றலாம். இம் முறை மிகவும் எளிதானது. மேலும், தூய்மைமிக்கது. எனவேதான் கொதிநீராவி முறையை விட இது பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. பிழி கருவியில் உள்ள திருகாணியின் மிக வேகமான சுழற்சியின் விளைவாகப் பிசின் மணிகள் பிழி கருவியின் உடல் பாகத்தைக் கடக்கும்போது மிகுந்த உராய்வு ஏற்பட்டு, வெப்ப மூட்டப்படுகிறது குறிப்பாக மிக வேகச் சுழற்சி (High speed) கருவியில், உராய்வினல் ஏற்படும் வெப்பமே பிசினை இளக்கப் போதும் இதற்கு வெளி வெப்பம் தேவையில்லை. ஆனல், தொடக்கத்தில் மட்டும் சூடேற்ற வேண்டும்.

அகன்ற புனல் காணப்படும் பிழி கருவியின் வால்பகுதி தான் பிழி கருவியிலேயே தாழ்ந்த வெப்பமுடையது. கருவியின் வால் பக்கத்திலிருந்து தலைப்பகுதியை நோக்கிச் செல்லச்செல்ல

வெப்பநிலை படிப்படியாக உயருகிறது. பிழி கருவியின் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து பிழியப்பட்ட பகுதி (extrudate)யின் தரம் காணப்படுவதால், வெப்பத்தைச் சரியான அளவில் கட்டுப் படுத்தக் குளிர்சாதனமும் பிழி கருவியில் காணப்படுகிறது.

பிசினைத் தங்குதடையின்றி பிழிய, வடிவவச்சு, பிழி கருவியின் தலைப்பாகம் இரண்டும் மிக்க கவனத்துடன் அமைக்கபபட வேண்டும். ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் பிசினைப் பிழிய சிறிதளவு தடை இருந்தால், அவ்விடத்தில் பிசின் சற்றுக் கூடுதலான நேரம் தங்க வேண்டி இருக்கும். இதன் விளைவாகப் பிசின் சிலசமயம் சிதைந்து விடும். குறிப்பாக உயர் வெப்பத்தில் எளிதில் சிதையவல்ல PVC போன்ற நெகிழிகளின் செயல் முறையில் இதை நன்கு கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்

தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் பிழி கருவியில் மேலுமொரு முன்னேற்றம் காணப்படுகிறது. செயல் முறையின்போது வெளிப்படும் வாயுக்களை நீக்க வாயுவை வெளியேற்றும் பகுதி என்ற பகுதிதான் இப் புதுக்கருவியில் காணப்படும் முன்னேற்றம். இப் புதுக்கருவியில் இரண்டு திருகாணிகள் உள்ளன. முதல் திருகாணி முன்பு கூறியதுபோல் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. முதல் பகுதியில் பிசின் உள்ளே செலுத்தப் படுகிறது. இரண்டாவது பகுதியில் பிசின் அமுக்கப்படுகிறது. மூன்றாவது பகுதி பிசினை இரண்டாவது திருகாணிக்குத் தள்ளு கிறது. இரண்டாவது திருகாணியிலும் இரு பகுதிகள் உள்ளன. இரண்டாவது திருகாணியின் முதல் பகுதியில் வாயுக்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. முதல் திருகாணியின் மூன்றாவது பகுதியில் உள்ள மரைகளின் ஆழத்தைவிட இரண்டாவது திருகாணியின் முதல் பகுதியில் உள்ள மறைகளின் ஆழம் அதிகம். எனவே, இப் பகுதியின் கனஅளவு (பருமன்) மற்ற பகுதிகளை விட அதிகம். எனவே, அமுக்கப்பட்ட இளகிய பிசின் இக் கட்டத்தை அடையும்போது பிசினில் உள்ள நீர், மேலும் எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் ஆவியாகி வெளிப்படுகின்றன. இவற்றைத் தகுந்த முறையில் வெளியேற்ற பிழி கருவியின் உடலில் நுண்துளைகளைப் போடலாம்; அல்லது திருகாணியின் உடலில் சிறு துளைகள் போட்டுத் திருகாணியின் உள்ளகத்தின் (core) வழியே வெளியேற்றலாம்.

இன்று ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட திருகாணிகளைக் கொண்ட பிழி கருவிகளும் உள்ளன. இவற்றின் செயல்முறை மிகவும் சிக்கல் வாய்ந்தது.

இதுவரைப் பிழிந்து வார்த்தலின் பொதுவான செயல் முறையைப் பார்த்தோம். இனிக் குறிப்பாகக் குழாய்கள் படலங்கள், கம்பிகளுக்கான மேலுறைகள் போன்றன எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன என்பதைச் சுருக்கமாகக் காணலாம்.

படலங்கள்

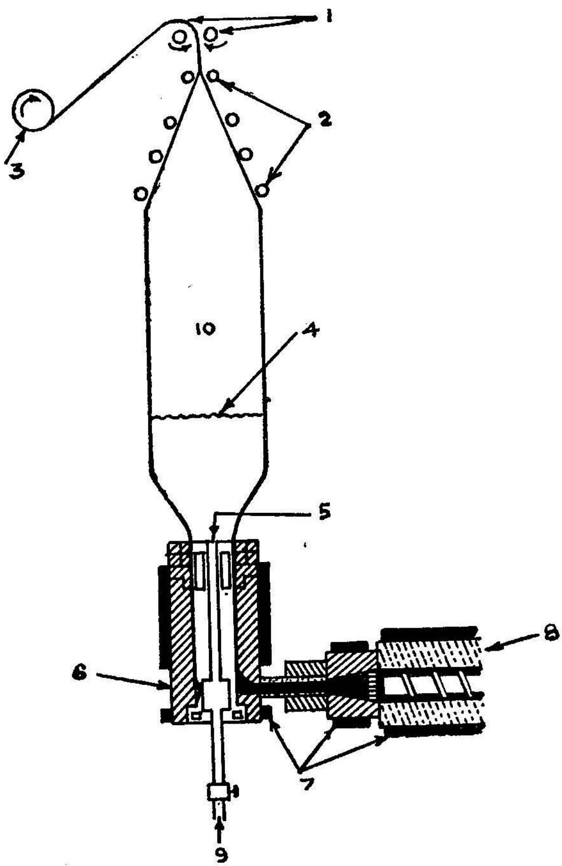
நூறில் ஒருபங்கு அங்குலத் தடிப்புள்ள பொருள் படலம் என்றும், அதற்கு மேற்பட்ட தடிப்புள்ள பொருள் ஏடு அல்லது தகடு என்றும் வழங்கப்படுகிறது. படலங்களை இருவகைச் செயல்முறைகளில் பெறலாம். ஊதிப் பிழிதல் (Blow extrusion) எனப்படும் முதல் வகையில் குழாய்ப் படலங்களைப் (Tubular films) பெறலாம். நீண்ட குறுகிய துவாரமுடைய (slot die) அச்சில் பிழியப்பட்ட படலங்கள் தட்டையாக உள்ளன. இது இரண்டாவது வகையைச் சேர்ந்தது.

ஊதிப் பிழிதல் முறை

இதற்குப் பயன்படும் வடிவ அச்சின் நடுவில் அச்சாணியும் (mandrel), அதைச் சுற்றி வளையமும் காணப்படும். எனவே, இதன் வழியே பிழியப்பட்ட பிசின் குழாய் வடிவத்தில் காணப் படும். குழாய்ச் சுவரின் தடிப்பைக் குறைத்துப் படலமாக மாற்ற அச்சாணியின் உள்ளகத்தின் (core) வழியே காற்றை ஊத குழாய், பலூன் போன்ற குமிழாக மாறும். படலத்தின் தடிப்பு உள்ளகத்தின் வழியே ஊதப்படும் காற்றின் அளவுக்கேற்றபடி மாறும்.

பிழி கருவியிலிருந்து வடிவச்சுக்குப் பக்கவாட்டிலோ அல்லது அச்சின் அடிப்பாகத்தின் வழியாகவோ உருகிய பிசினைச் செலுத்தலாம். வடிவச்சிலிருந்து வெளிப்படும் இளகிய பிசினைக் குளிரச் செய்ய, வடிவச்சையொட்டி குளிர வைக்கும் வளையமும் காணப்படுகிறது.

பலூனில் காற்றை அடைப்பதற்கு, ஒரு முனையில் வடிவச்சும், மறுமுனையில், படம் 18-ல் காட்டியபடி, இரு உருளைகளுக்கிடையே காணப்படும் மிகக் குறுகிய இடைவெளியும் உதவுகின்றன. செயல் முறையைப் பொறுத்துப் படலங்களின் தடிப்பு, புறப் பரப்பின் தன்மைகள், மீள்வலு போன்றன மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. அதாவது, இத்தன்மைகள் பிழிகருவியின் வெப்பநிலை, பிழியப்படும் வேகம், காற்று ஊதும் வேகம் போன்றவற்றைச் சார்ந்துள்ளன. செயல் முறையின்போது இவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.



படம் 18.

குழாய்ப் படலம் தயாரிப்பு

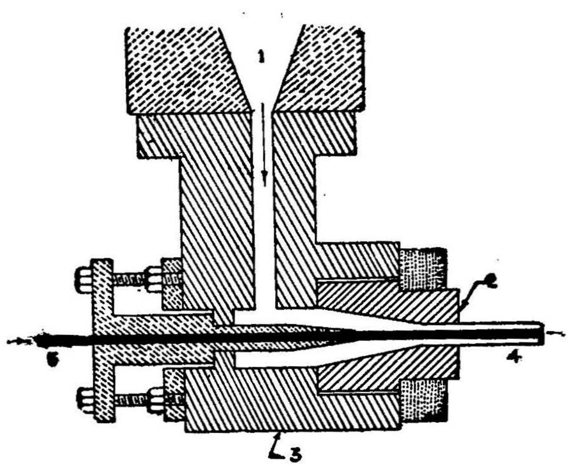
1. பிடிப்பு உருளைகள்	2. துணை உருளைகள்
3. சுற்று உருளை	4. நெகிழ்நிலை வரம்பு
5. அச்சாணி	6. வடிவச்சு
7. அடுப்புகள் (Heaters)	8. பிழிகருவியின் சிலிண்டர்
9. காற்று நுழைவாயில்	10. ஊதப்பட்ட குழாய்.

தட்டை வடிவமுடைய படலங்களைப்பெற நீண்ட குறுகிய துவாரமுடைய (slot die) அச்சில் வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்கைப் பிழியவேண்டும். அச்சிலிருந்து வெளிவரும் பிழியப்பட்ட படலங்களைக் குளிர்ந்த உருளை வழியே செலுத்திக்

குளிரச் செய்யலாம். அல்லது சூடான படலங்களை நீரின் வழியே கொண்டு சென்றும் குளிரச் செய்யலாம். உருளையில் குளிரச்செய்த படலங்கள் மிகுந்த தெளிவுடன் பளபளப்புடன் காணப்படுகின்றன.

கம்பிகளுக்குகந்த மேலுறைகள்

கம்பிகளுக்கேற்ற மேலுறைகளைத் தயாரிக்க, கம்பிகளை வடிவச்சின் வழியே செலுத்தவேண்டும். வடிவச்சின் விட்டம் கம்பியின் விட்டத்தைவிடச் சற்று அதிகமாக இருக்கும். கம்பி வடிவச்சை அடைவதற்குச் சற்று முன்னர் உருகிய பிசினை ஊற்ற, கம்பியைச் சுற்றிலும் பிசின் பிடித்துக் கொள்கிறது. இவ்வாறு பிசின் மேற்பூச்சுகொண்ட கம்பி வார்ப்பச்சைவிட்டு வெளியேறியதும் நன்கு குளிரச் செய்யவேண்டும். இந்தக் கட்டம் தான் மேலுறைகள் தயாரிப்பில் மிகவும் முக்கியமான தொன்றாகும். மேலுறையுடன் கூடிய கம்பியைக் குளிரச் செய்யும்போது ஏதேனும் நுண்துளைகள் அல்லது காற்றுக் குமிழிகள் மேலுறையில் காணப்பட்டால் மின்கம்பிகளுக்கு மேலுறையாக இதனைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஏனெனில், இத்தகைய



படம் 19.

மேலுறை தயாரிப்பு

1. பலபடிப் பாகு 2. வடிவச்சு
3. தாங்கி 4. மேலுறையுடன் கூடிய கம்பி
5. தளக்கம்பி.

மேலுறைகளின் மின்காப்புத் தன்மை பலவீனம் அடைந்து விடுகிறது. எனவே, மேலுறையுடன் கூடிய கம்பிகளைத் திடீரெனக் குளிர வைக்காமல் படிப்படியாகக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள நீர்த்தொட்டிகளில் செலுத்திப் படிப்படியாகக் குளிரவைக்கப்படுகிறது. பின்பு அடிப்படை (தளக்கம்பி)க் கம்பி உருவ, பிளாஸ்டிக் மேலுறைகள் கிடைக்கின்றன.

இச்செயல்முறைக்குதவும் தளக்கம்பிகள், தூசி, எண்ணெய்ப் பசைகளிலிருந்து விடுபட்டு, பிசின்பாகு இதைச் சுற்றி ஒட்டிக் கொள்ளும் வசதி பெற்றிருக்க வேண்டும். உயர்வெப்ப நிலையில் உள்ள கம்பிகளின்மேல் உருகிய பிசின் சீராகப் படிந்து பிடித்துக் கொள்ளும்.

குழாய்

குழாய்கள் தயாரிக்க உதவும் வடிவச்சில் உள்தண்டு (mandrel) ஒன்றும் அதைச்சுற்றி வளையமும் காணப்படுகின்றன. உருக்கிய பிளாஸ்டிக்கை இவ்வச்சில் பிழியக் குழாய்கள் கிடைக்கும் வடிவச்சிலிருந்து வெளிப்படும் குழாய், ஏறத்தாழ பிசின் நெகிழும் வெப்ப நிலையில் காணப்படுவதால், குழாய் தொய்ந்து குழாய்ச் சுவர்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று படிந்து விடும். இதைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுப் பிழியப்பட்ட குழாய் வாயை நன்கு அடைத்துவிட்டு உள்தண்டின் உள்ளகத்தின் வழியே காற்றைக் குழாய்க்குள் செலுத்தவேண்டும். குழாயின் சுவர்கள் படலத்தைவிடத் தடிப்பு கொண்டதால், வடிவச்சி லிருந்து வெளி வரும் குழாயை நன்கு குளிரச்செய்ய வடிவச்சிற் கருகே நீரால் குளிர வைக்கப்பட்ட குழாய்கள் காணப்படு கின்றன. இக் குழாயின் உள்விட்டமும், பிழியப்பட்ட குழாயின் வெளிவிட்டமும் ஒரே அளவில் உள்ளன.

பிழிந்து வார்த்தல் முறையில் தகடுகளைப்பெற இரண்டு முறைகள் உள்ளன. மறைமுக முறை எனப்படும் முதல் முறையில் பிளாஸ்டிக் குழாயைப் பிழிந்தெடுத்துக் கொண்டு, பின்பு அதனை நடுவே பிளந்து, உருளைகள் வழியே செலுத்தித் தட்டையான தகடைப்பெறலாம். மிகவும் எளிய இம்முறை மூலமாக உயர்வெப்பத்தில் எளிதில் சிதைந்துவிடும் PVC, பெர்ஸ் பெக்ஸ் போன்ற பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. ஆனால், இத்தகைய தகடுகளில் நீக்கப்படாத திரிபு (residual strain) காணப்படுவதால், நேர்முக வழியைப் பின்பற்றி தகடுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இம் முறையில் தகுந்த வடிவச்சைக் கொண்டு பிசினைப் பிழிந்து தகடுகளைப் பெறலாம்.

பிழிந்து வார்த்தல் மூலம் மேல் பூச்சு கொடுத்தல் (Extrusion Coating)

பேப்பர், அலுமினியத்தகடு, துணிகள் இவற்றிற்குப் பிழிந்து வார்த்தல் மூலம் மேல் பூச்சு கொடுக்கலாம். குறை வடர்த்தி பல்எதிலீன் இத்துறையில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. பிளாஸ்டிக் படலங்களைத் தயாரித்து, அதே வெப்பநிலையில், படலங்களைப் பேப்பர், துணி போன்ற தளத்தில் (Substrate) அழுத்தும்போது ஒட்டுவிப்பிகளின்றியே இவை நன்கு ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன.

பிழிகருவியின் உதவியால் படலங்களைத் தயாரித்து, வடிவச் சிற்கு மிக அருகில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு உருளைகளின் இடைவெளி வழியே படலத்தையும், தளப்பொருளையும் ஒருங்கே செலுத்தவேண்டும். படலம் பிழியப்படும் வேகத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்த வேகத்தில் பேப்பர் உருளையில் சுற்றப்படுவதால், பேப்பர்மேல் படியும் படலத்தின் தடிப்பைத் தேவையான அளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள இரு உருளைகளில் ஒன்று, பேப்பர் போன்ற தளப்பொருளின் மேல்படியும் படலத்தை அழுத்தி நன்கு ஒட்டச்செய்கிறது. எனவே, இது அழுத்த உருளையாகும். மற்றோர் உருளையில் (குளிரச்செய்யும் சாதனம் பொருத்தப்பட்ட உருளை) மேல் பூச்சு பெற்ற தளப்பொருள், இவ்வுருளை பாதிச்சுற்றை முடிப்பதற்கு முன்னமே நன்கு குளிர்ந்து காணப்படுவதால், அதைக் குளிர் உருளையிலிருந்து நீக்கி மற்றோர் உருளையில் சுற்றவேண்டும்.

படலம், பேப்பர் போன்ற தளங்களில் நன்கு ஒட்டிக் கொள்ள உயர்வெப்பநிலை தேவை. படலத்தின் தடிப்பு அதிகரிக்க அதன் ஒட்டும் தன்மையும் கூடுகிறது. ஈரப்பசை கொண்ட பேப்பரில் படலம் நன்கு ஒட்டாது. எனவே, பேப்பர் நன்கு உலர்ந்திருக்க வேண்டும். அலுமினியத் தகடுகளில் பிளாஸ்டிக் படலங்கள் ஒட்டிக்கொள்ள, தகடுகளின் புறப்பரப்பு சொரசொரப்புடன் இருக்கவேண்டும்.

பீச்சி வார்த்தல்
(Injection Moulding)

வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளுக்குகந்த செயல் முறைகளில் தலைசிறந்ததெனக் கருதப்படும் பீச்சிவார்த்தல் முறையின் சிறப்பு அம்சம், வெகு விரைவில் வார்ப்புகளைப் பெறுதல் ஆகும். வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்கு களுக்கு இம்முறை பொதுவாகப் பயன்படாது.

பீச்சி வார்த்தல் முறையில் தெர்மோ பிளாஸ்டிக்கை நன்கு உருக்கி, குளிர்ந்த வார்ப்பச்சுக்குள், சரியான இடத்தில் காணும் துளை வழியே பிசின் பாகைச்செலுத்த வார்ப்பச்சில் பிசின்பாகு குளிரும்போது இறுகி, வலுமிக்க வார்ப்பு கிடைக்கிறது.

பீச்சி வார்த்தல் முறை பிழிந்து வார்த்தல் முறையைப் போன்று தொடர்ச்சியான முறையல்ல. இது சுற்றுமுறை (cyclic process) ஆகும். பீச்சி வார்த்தலில் கீழ்க்காணும் கட்டங்கள் உள்ளன.

(1) மூடப்பட்ட வார்ப்பச்சைப் பூட்டுவிசையின் (locking force) உதவியால் ஓரிடத்தில் நிலைக்கச்செய்ய வேண்டும்.

(2) பீச்சாங்குழலிலுள்ள உந்து தண்டின் உதவியால், வெப்பமூட்டும் பகுதிக்குத் தள்ளப்பட்ட பிசின் உருகி, துளை வழியே வார்ப்பச்சுக்குள் பீச்சப்பட்டு, வார்ப்பச்சின் உள்ளே எல்லாப் பகுதிகளையும் நிரப்புகிறது.

(3) வார்ப்பச்சினுள் காணப்படும் பிசின் குளிரும்வரை, உந்து தண்டிற்குக் கொடுக்கப்பட்ட அழுத்தத்தை நிலையாக வைத்திருக்க வேண்டும்.

(4) பின்பு உந்து தண்டைப் பின்னே இழுக்க வேண்டும்.

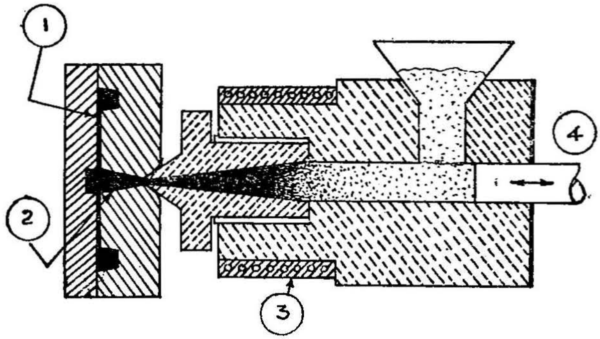
(5) வார்ப்பச்சைத் திறந்து வார்ப்பை வெளியே எடுக்க வேண்டும்.

ஒவ்வொரு பிளாஸ்டிக் வார்ப்பு தயாரிக்கும்போதும், மேலே கூறப்பட்ட எல்லாக் கட்டங்களையும் கடக்க வேண்டும். எனவே தான் இதனைச் சுற்றுமுறை என வழங்குகிறோம்.

பீச்சி வார்த்தல் செயல்முறைக்கான கருவியின் படம் மறு பக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இச்செயல் முறையின் சில முக்கிய அம்சங்களை மட்டுமே இங்கு விவரிக்கக் காணலாம். எனவே தான் சிக்கலில்லாத எளிய படம் தரப்பட்டுள்ளது. இக் கருவியின் ஒவ்வொரு பகுதியும் தரமான வார்ப்பைப்பெற எவ்வாறு ஒத்துழைக்கின்றது எனக் கவனிப்போம்.

பீச்சி வார்த்தல் கருவியின் உந்து தண்டு (plunger) பின்னோக்கி இழுக்கப்படும்போது, அகன்ற புனல் வழியே பிசின் தூள்கள் கருவியின் உடலை வந்தடைகின்றன. உந்து தண்டு முன்னே தள்ளப்படும்போது, பிசின் தூள்கள் கருவியின்

அடுப்புப் பகுதியை அடைகிறது. அதாவது, பிசின் தூள்கள் வெப்பமூட்டப்படும் பகுதியை வந்தடைந்து அமுக்கப்பட்டு உருகுகின்றன. உந்து தண்டு அடுத்தடுத்து முன்னே தள்ளப்
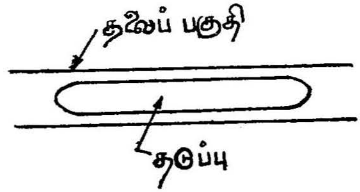


படம் 20.
பீச்சி வார்த்தல்

1. வார்ப்பு
2. மூக்குக் குழாய்
3. மின்னடுப்பு
4. உந்து தண்டு.

படும்போது பிசின்பாகு வார்ப்பச்சுக்குள் பீச்சப்படுகிறது. இச் செயலுக்கு உயர்வழுத்தம் தேவையாதலால் உந்து அச்சு சிலிண்டருக்குள் பொருத்தப்பட்டு, நீர்ம விசையின் துணையால் இயக்கப்படுகிறது. நீர்ம விசையைப்பெற நீர் அல்லது எண்ணெய் உதவும்.

பீச்சி வார்த்தல் கருவியின் தலைப்பகுதியில், பிசினைச் சூடேற்ற மின்னடுப்பு காணப்படுகிறது. செயல்முறை வெற்றி பெற, பிசின் பாகு முழுவதும் (molten resin) மாறுபாடில்லாத ஒரே சீரான வெப்பநிலையில் இருத்தல் அவசியம். பீச்சி வார்த்தல் கருவியின் உடலின் குறுக்களவு அதிகமாகக் காணப் பட்டால், உடலின் மையத்தில் காணப்படும் பிசின் எளிதில் உருகாது. பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தாது. எனவே, கருவியின் மையப் பகுதியில் உள்ள பிசின் உருகு வதற்கு மிகுந்த நேரம் தேவைப்படும். ஆனால், வார்ப்பை விரைவில் தயாரிக்க, பீச்சி வார்த்தல் கருவியின் தலைப்பாகத்தை வந்தடையும் அமுக்கப்பட்ட பிசின் விரைவில் பாகாக மாற வேண்டும். இதன் பொருட்டுச் சுருட்டை ஒத்த தடுப்பு (Torpedo) பீச்சி வார்த்தல் கருவியின் தலைப்பாக மையத்தில் பொருத்தப் பட்டுள்ளது.

வார்ப்பச்சுக்குச் செலுத்தப்படும் பிசின், கருவியின் தலைப் பாகத்திற்கும், தடுப்பு (Torpedo) க்கும் இடையே காணப்படும் குறுகிய இடைவெளி வழியேதான் செல்ல வேண்டும். தலைப்



படம் 21.
தடுப்பு (Torpedo)

பாகத்தைச் சுற்றிலும் மின்னடுப்பு பொருத்தப் பட்டிருப்பதால், இவ்விடைவெளி வழியே செல்லும் பிசின் எளிதில் உருகிச் சீரான வெப்பநிலை கொண்ட பாகாக மாறுகிறது.

வார்ப்புக்குக் கொடுக்கும் அழுத்தத்தை நன்கு பராமரிக்க, வார்ப்பச்சையும், பீச்சாங் குழலின் தலையையும் இணைக்கும் துவாரம் முடிந்த வரை சிறியதாக இருக்கவேண்டும். தடிப்பு மிகுந்த வார்ப்புகள் தயாரிப்பில் தேவைக்கேற்றவாறு சற்று பெரிய துவாரங்களும் காணப்படுகின்றன. பீச்சப்பட்ட பிசின் பாகு வார்ப்பச்சின் மையத்தில் காணப்படும் குழிப்பகுதியை அடைந்து அங்கிருந்து பல்வேறு பகுதிகளை அடைகிறது.

பீச்சும் கருவியின் மின்னடுப்புள்ள தலைப்பகுதிக்கும், புனல் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பகுதிக்குமிடையே காணப்படும் இடைவெளி தூரம் கணிசமாக இருத்தல் வேண்டும். இரண்டும் அருகருகே இருந்தால், வெப்பக் கதிர்வீச்சால், புனலில் உள்ள பிசின் புனலிலேயே உருகி, சிலசமயம் புனல் கீழ்வாயை அடைத்து விடும்.

வார்ப்பச்சுக்குப் பீச்சப்படும் பிசின் பாகு துளைவழியே செல்லும்போது தோன்றும் உராய்வு காரணமாக, வெப்பம் தோன்றி, பிசினை மேலும் மென்மையூட்டுகிறது.

வார்ப்புக்குளிரும்வரை அதற்குக் கொடுக்கப்பட்ட அழுத்தம் நிலையாக இருக்கச் செய்யவேண்டும் என முன்பு பார்த்தோம். இரு பகுதிகளைக் கொண்ட வார்ப்பச்சுக்குச் செயல்முறையின் போது அழுத்தம் கொடுத்தால், வார்ப்பச்சு எளிதில் திறந்து கொண்டுவிடும். எனவே, வார்ப்பச்சைச் செயல்முறையின்போது

திறக்கவொட்டாமல் நிலையாக இருக்கச் செய்யப் பூட்டுவிசையின் துணையை நாட வேண்டும்.

வார்ப்பச்சைக் குளிர வைக்கும் பொருட்டு, அதற்கான பிரத்யேகமான சாதனங்களும் வார்ப்பச்சில் காணலாம். மேலும், வார்ப்பு முழுவதும் சீராக ஒரே வேகத்தில் குளிர வேண்டும். வார்ப்பில் ஒருபகுதி விரைவாகவும், மற்றொரு பகுதி மெதுவாகவும் குளிர்ந்தால், வார்ப்பில் வடிவக்குலைவு (warping) ஏற்படும். வார்ப்பச்சின் நுழைவாயிலிருந்து உள்ளே செல்லும் பிசின்பாகு அச்சின் சுவர்களை அடைவதற்கு முன்னரே குளிரத் தொடங்குகிறது. ஆனால், நுழைவாயில் அருகே நிரம்பும் பிசின்பாகு இவ்வாறு குளிர இயலாது. இந்த அம்சத்தைக் கருத்தில் கொண்டே இப் பகுதியை வார்ப்பச்சின் மற்ற பகுதிகளைவிட அதிகமாகக் குளிர வைக்க வேண்டியது அவசியம். எனவே, இதற்கான சாதனமும் வடிவச்சின் இப் பகுதியில் காணப்படுகிறது.

வார்ப்பச்சு நன்கு குளிர்ந்த பின், வார்ப்பை அச்சிலிருந்து வெளியே எடுக்க வெளித் தள்ளும் ஆணி (ejector pin) பயன்படுகிறது. வெளித்தள்ளும் ஆணி கூர்மையாக இல்லாமல் தட்டையாகவும், வார்ப்பச்சில் இடைவெளியின்றிப் பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும். இடைவெளி வழியே பிதுங்கி வெளியே வரும் பிசின் நஷ்டமடைவதைத் தடுக்க இது உதவுகிறது. தள்ளாணி குறுகிய விட்டமுடையதாக அல்லது கூர்மையாக இருந்தால், வார்ப்புக்கு இது கேடு விளைவிக்கும்.

வார்ப்பச்சில் உள்ள காற்றை நீக்க மிக நுண்ணிய இடைவெளி அச்சில் காணப்படுகிறது. இது வார்ப்பச்சில் அடைபட்ட காற்று வார்ப்பின் மேற்பரப்பில் ஏற்படுத்தும் கெடுதியைத் தடுக்கவல்லது. இரு பகுதிகளான வார்ப்பச்சை மூடும்போது தோன்றும் நுண்ணிய இடைவெளியே காற்றை நீக்கப் போதுமானது. ஆனால், சில வார்ப்பச்சுகளில், அவற்றின் அமைப்பிற்கேற்ப பிரத்யேகமான வழி தேவை. தேவையான பகுதியில் மிக நுண்ணிய நீண்ட துவாரங்களை ஏற்படுத்திக் காற்றை வெளியேற்றலாம். பிசினின் பாகுத்தன்மை காரணமாக இவ்விடைவெளிகளில் பிசின் வெளியேறாது.

வார்ப்பச்சிலிருந்து வார்ப்பை அகற்றியபின், அச்சில் ஏதேனும் பிசிறுகள் ஒட்டிக் கொண்டிருந்தால் அவற்றை நீக்க வேண்டும். வார்ப்பச்சைப் பீச்சும் கருவியுடன் இணைக்கும் சன்னமான துவாரமும் துப்புரவாக இருக்க வேண்டும்.

பீச்சிவார்த்தல் முறைக்குத் தேவையான வெப்பமும், அழுத்தமும் செயல்முறைக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் பிசினின் தன்மைக்கேற்ப மாறும். பீச்சிவார்த்தல் முறையில் வெப்பத்தையும், அழுத்தத்தையும் நன்கு கட்டுப்படுத்தமுடியும். இச்செயல் முறையின் சிறப்பு அம்சங்களில் இதுவும் ஒன்ருகும். பொதுவாக இச்செயல்முறைக்குத் தேவையான அழுத்தம் 3—10 டன்கள் சது. அங். என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேல்வரை அழுத்தம் எளிதில் இளகவல்லாத பிசின்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பீச்சிவார்த்தல் விரைவான செயல்முறை என முன்பே கூறினேம். குளிர்ந்த வார்ப்பச்சில் பீச்சப்பட்ட பிசின்பாகு விரைவில் குளிருவதுதான் இதற்கான காரணம். எனவே, வார்ப்பச்சில் பீச்சப்பட்ட பிசின் குளிர்ந்து இறுகுவதற்கு முன்னதாகவே, வார்ப்பச்சு பிசிஞல் நிரப்பப்பட வேண்டும். எனவே, பீச்சும் கருவியும் விரைவில் இயங்க வேண்டும். உந்து அச்சிஞல் கருவியின் தலைப்பகுதிக்கு விரைவாகத் தள்ளப்பட்ட பிசினை நீண்ட நேரம் தலைப்பகுதியில் தங்க வைக்காமல் விரைவில் வார்ப்பச்சுக்குள் பீச்ச வேண்டும். இதன் விளைவாகக் கருவியின் தலைப்பாகத்தின் வெப்பநிலையைப் பிசின் அடைவதில்லை. எனவே, பிசினைப் பாகாக மாற்ற, தலைப் பகுதியின் வெப்பநிலை உயர்ந்தே காணப்படும் எனவே, தலைப்பகுதியில் பிசினை நீண்ட நேரம் வைத்திருந்தால் பிசினில் நிலையிறக்கம் ஏற்படுகிறது.

தேவைக்குக் குறைவான வெப்பநிலையில் செயல்முறையாக்கப்பட்ட வார்ப்புகள் வலுவிழந்து காணப்படுகின்றன. வெதுவெதுப்பான சூழ்நிலையில் வார்ப்புகளை அடுக்கி வைத்திருந்தால், அவற்றில் காணப்படும் உள்திரிபு (internal strain) விடுபட்டு, வார்ப்புகளில் வடிவக்குலைவு ஏற்படுகிறது.

தேவைக்கதிகமான வெப்பத்தில் செயல்முறையாக்கப்பட்ட வார்ப்புகள் அச்சில் ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன. மேலும், சுருக்கம் ஏற்பட்டு, அதன் புறப்பரப்பில் கோடுகள், கீறல்கள் காணப்படுகின்றன. நிற மாறுதலும் ஏற்படுகிறது. இதே போன்று தேவைக்குக் குறைவான அழுத்தத்தில் பெறப்பட்ட வார்ப்புகள் நிறமிழந்து, வலிமை குன்றிக் காணப்படுகின்றன. மேலும், தரமான வார்ப்புகளைப் பெற வார்ப்பச்சு முழுமையாக நிரப்பப்பட வேண்டும்.

பீச்சிவார்த்தல் முறையில் வார்ப்புகள் தயாரிக்கும்போது மேற்கூறிய அம்சங்களைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

பீச்சிவார்த்தல் முறையைச் சிறப்புறச் செய்யும் அம்சங்கள்

(1) மிக விரைவான இச் செயல் முறையில் ஓர் அவுன்ஸ் எடையைவிடக் குறைவான பொருளிலிருந்து பல பவுண்டுகள் எடை கொண்ட பொருள்கள் வரை தயாரிக்கலாம்.

(2) தேவைக்கதிகமான பிசின் பிதுக்கி வெளியேற்றப் படாததால் பிசின் வீணாகாது.

(3) பிசினின் பாய்தன்மை (fluidity) காரணமாக, மெல்லிய வார்ப்புகளையும் தயாரிக்கலாம்.

(4) இம் முறையில் கிட்டும் வார்ப்புகள் உறுதிமிக்கவை.

ஊதிவார்த்தல்
(Blow moulding)

பிளாஸ்டிக் சீசாக்கள், பிளாஸ்டிக் கலங்கள், டப்பாக்கள் (containers) தயாரிக்க உதவும் ஊதிவார்த்தல் முறை, குழந்தைகளுக்கான பொம்மைகள், பொறியியற் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் உதவுகிறது.

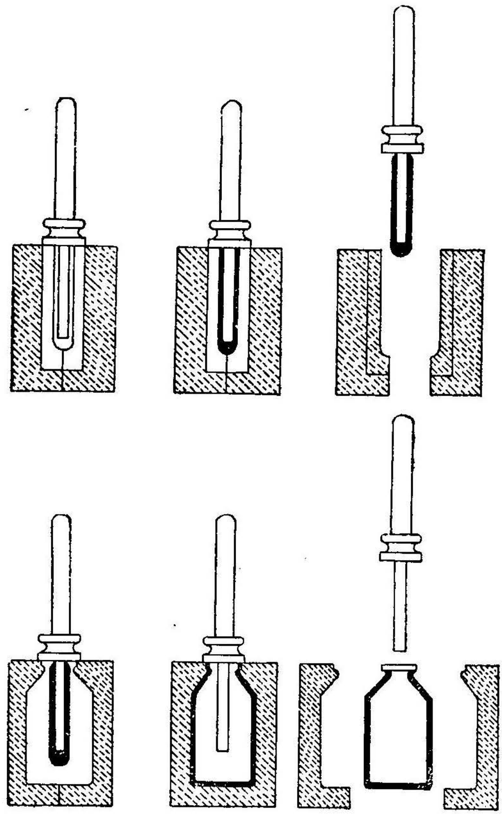
கண்ணாடிப் பொருள்கள் தயாரிக்கும் முறையை ஒத்த இச் செயல்முறையில் பிசின்பாகுக் குழிழைத் தேவையான வடிவமுள்ள அச்சிற்குள் வைத்து, காற்றை அழுத்தத்துடன் அதனுள் செலுத்த, பிசின்பாகு காற்றழுத்தத்தில் விரிவடைந்து, வார்ப்பச்சின் வடிவத்தை ஏற்கிறது. வார்ப்பச்சைக் குளிரச் செய்யும் போது பிசின் இறுகுகிறது. பின்பு வார்ப்பச்சைத் திறந்து வார்ப்பை வெளியே எடுக்க வேண்டும்.

ஊதிவார்த்தல் செயல்முறையை (1) பீச்சி ஊதிவார்த்தல் (Blow extrusion), (2) பிழிந்து ஊதிவார்த்தல் (Injection blowing) எனப் பிரிக்கலாம்.

பீச்சி ஊதிவார்த்தல்

இம் முறைக்குத் தேவையான ஊது குச்சியை (Blow stick) எடுத்துக் கொண்டு பீச்சி வார்த்தல் முறையில், இக் குச்சியைச் சுற்றி தடிப்புமிக்கப் பிளாஸ்டிக் குழாயைத் தயாரித்து, இக் குழாயைக் குளிரச் செய்யாமல் உடனே வெளியே எடுத்து ஊது குச்சியுடன் சீசா வடிவமுள்ள வார்ப்பச்சில் பொருத்தி,

பின்பு ஊதுகுச்சியின் வழியே அழுத்தம் கொண்ட காற்றைச் செலுத்த வேண்டும். நெகிழ்ந்து காணப்படும் பிளாஸ்டிக் குழாய் காற்றழுத்தத்தில் விரிவடைந்து வார்ப்பு அச்சின் வடிவத்தைப் பெறுகிறது. வார்ப்பச்சைக் குளிரச் செய்து, வார்ப்பை வெளியே எடுக்கலாம்.

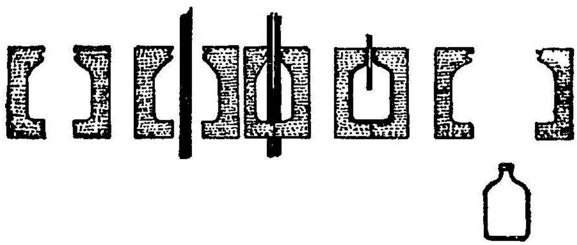


படம் 22.
பீச்சி ஊதிவார்த்தல்

பிழிந்து ஊதிவார்த்தல் முறை

இம் முறையில் முதலில் பிளாஸ்டிக் குழாயைப் பிழிந்து வார்த்தல் முறை மூலம் தயாரித்து, இக் குழாய் குளிரடையும் முன்பே, அதாவது பிழியப்பட்டு வெளியே வரும் வெப்ப நிலையில், வார்ப்பச்சின் இரு கூறுகளுக்கிடையே நன்கு பொருத்த

வேண்டும். குழாயின் இரு வாய்களையும் நன்கு அடைக்க வேண்டும். பின்பு வார்ப்பச்சின் வாய்ப் பகுதியில் உள்ள பிளாஸ்டிக் குழாயின் வாயில் ஊதுகுழாயைச் செருகி, அழுத்தக்



படம் 23.
பிழிந்து ஊதி வார்த்தல்

காற்றைச் செலுத்த, குழாய் விரிவடைந்து மேலே கூறப்பட்டது போன்று வார்ப்பச்சின் வடிவத்தைப் பெறுகிறது.

மேலே கூறப்பட்டது போலன்றிக் குளிர்ந்த குழாய்களி லிருந்தும் இச் செயல்முறை மூலம் வார்ப்புகளைப் பெறலாம். குளிர்ந்த குழாயை வார்ப்பச்சுக்குள் பொருத்தி, வெப்பமூட்ட அது நெகிழ்வடைகிறது. இந் நிலையில் அழுத்தக் காற்றைக் குழாய்க்குள் செலுத்த அது விரிவடைகிறது.

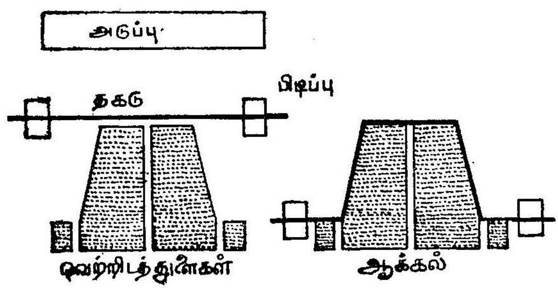
வெப்ப ஆக்கல்
(Thermo forming)

பரப்பு மிகுந்த வார்ப்புகள் தயாரிக்கவும், மெல்லிய வார்ப்புகள் தயாரிக்கவும் வெப்ப ஆக்கல் முறை நடைமுறையில் உள்ளது. இம் முறையில் வெப்பத்தால் மென்மையூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகட்டை வார்ப்பச்சின் மேற்பரப்பில் அல்லது உட் பரப்பில் அழுத்தி, தேவையான வடிவத்தைப் பெறலாம்.

(1) வெற்றிட ஆக்கல் (vacuum forming) (2) அழுத்த ஆக்கல் (pressure forming) என்ற இரண்டு வகைகளில் வெப்ப ஆக்கல் செயல்முறையாக்கப்படுகின்றது.

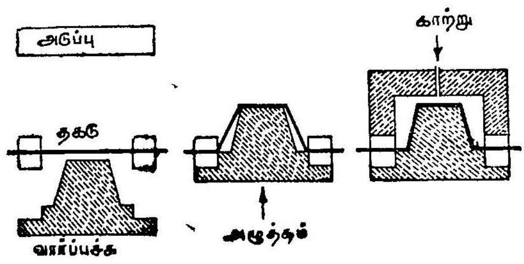
வெற்றிட ஆக்கல் முறையில் பிளாஸ்டிக் தகட்டை வார்ப் பச்சின் மேற்பரப்பில் விரித்து, தகுந்த பிடிப்பு (clamp) மூலம் இதை நழுவாமல் இருக்கச் செய்யவேண்டும். புறச் சிவப்பு

கதிர்வீச்சால் பிளாஸ்டிக் தகடு மென்மையாக்கப்படுகிறது. அதாவது நெகிழ்கிறது. வார்ப்பச்சில் காணப்படும் துளைகளின் உதவியால் வார்ப்பச்சிற்கும் நெகிழ்ந்த பிளாஸ்டிக் தகட்டுக்குமிடையே வெற்றிடத்தை உண்டாக்க வேண்டும். தகடு, வளி அழுத்தத்தால், வார்ப்பச்சின் மேல் அழுத்தப்பட்டு, முடிவில் அச்சின் வடிவத்தைப் பெறுகிறது. இதைக் குளிரச் செய்தபின் வார்ப்பை வெளியே எடுக்கலாம்.



படம் 24.
வெற்றிட ஆக்கல்

அழுத்த ஆக்கல்விதி முறையில் இதே முறைதான் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. ஆனால், பிளாஸ்டிக் தகட்டுக்கும், வார்ப்பச்சிற்கும் இடையே வெற்றிடத்தைத் தோற்றுவிக்காமல், பிளாஸ்டிக்தகட்டின் புறப்பரப்பின்மேல் அழுத்தம் கொடுக்க, தகடு வார்ப்பச்சின்மேல் நன்கு படிகிறது.



படம் 25.
அழுத்த ஆக்கல்

வெப்ப ஆக்கல் முறையைப் பயன்படுத்தி, வலுவூட்டப்பட்ட பல்ஸ்டைரீன், PVC, பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட், பல்

ஒலிபீன்கள் போன்ற வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளின் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

இம் முறையில் காணப்படும் மிகச் சிறப்பான அம்சம் என்னவெனில், இச் செயல்முறைக்கு எளிய வார்ப்பச்சுகள் போதும். எனவே, மற்ற முறைகளுக்குத் தேவைப்படும் உறுதிமிக்க எஃகினாலான வார்ப்பச்சுகளைப் போலன்றி, இம் முறைக்குப் பயனாகும் வார்ப்பச்சுகள் மரத்தால் ஆனவை. அலுமினிய வார்ப்பச்சுகளும் நடைமுறையில் உள்ளன.

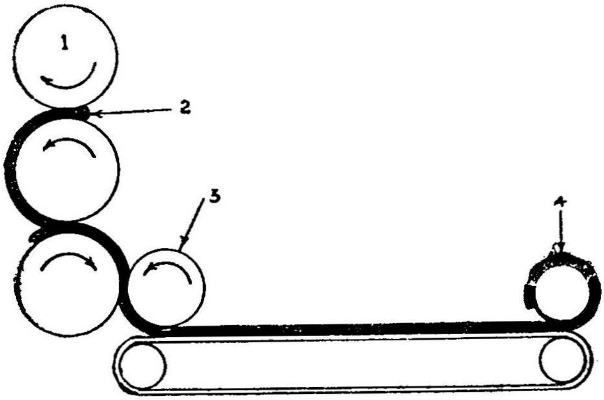
வெப்ப ஆக்கல் முறையில் காணப்படும் குறைபாடு என்னவெனில் தடிப்புமிக்கத் தகடுகளைமென்மையூட்ட அல்லது நெகிழச் செய்ய நீண்ட நேரம் வெப்பக் கதிர்வீச்சு படும்படி வைத்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில், பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தாது. இச் செயல்முறையைத் துரிதப்படுத்தத் தகடுகளின் இரு பக்கங்களும் சூடேற்றப்படுகின்றன. குறிப்பாக, பல்எதிலீன், பல்ப்ரொப்பிலீன் தகடுகளை வெப்ப ஆக்கல் செய்யத் தகடுகளின் இருபக்கங்களையும் சூடேற்ற வேண்டும்.

காலண்டரிங்
(Calendering)

வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழிகளை உற்பத்தி செய்தபின் அவற்றைக் கொண்டு தேவையான வடிவம் கொண்ட பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாகத் தேவையான வடிவத்திற்கேற்ப செயல்முறையும் மாறுபடும். வடிவங்களில் மிக எளிமையான தகடு தயாரிப்பு மற்ற பொருள்கள் தயாரிப்பைப் போன்று சிக்கல் மிகுந்தது அல்ல. ஏனெனில், தகடு மூன்று பரிமாணங்களிலும் எளியது. அருகருகே உள்ள உருளைகளின் இடையே காணப்படும் இடைவெளியில பிளாஸ்டிக் பிசினைச் செலுத்தித் தகடாகப்பெறும் முறையே 'காலண்டரிங்' என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. தடம்கொண்ட தகடுகள் (Ribbed sheets) இரண்டு பரிமாணங்களில் நேராகக் காணப்படுகின்றன. குழாய், தடி இவை ஒரு பரிமாணத்தில்தான் நேராக உள்ளன. இவற்றைப்பெற பிழிந்து வார்த்தல் முறை உதவுகிறது என முன்பே படித்தோம். மூன்று பரிமாணங்களிலும் சிக்கலுள்ள பொருள்களை வார்த்தல் முறையில் தயாரிக்கலாம். வார்த்தல் முறை மூலமாகவும் பிளாஸ்டிக் குழாய்கள், தகடுகள் போன்றன தயாரிக்கலாம். ஆனால், இம் முறை தொடர்ச்சியற்றது. எனவே, படலங்கள், குழாய்கள் தயாரிக்க வார்த்தல் முறையை நாடுவதில்லை.

ரப்பர்த் தகடுகள் தயாரிக்கத் தொடங்கப்பட்ட காலண்டரிங் முறை PVC தகடுகள் தயாரிக்க இன்று பெரிதும் பயன்படுகிறது. காலண்டரிங் முறையில், வெப்பத்தால் இளக்கப் பட்ட பிளாஸ்டிக்கை அருகருகே உள்ள இரண்டு உருளையின் இடை வெளியில் செலுத்தத் தொடர்ச்சியான தகடு கிடைக்கிறது.

இச் செயல் முறைக்குத் தேவைப்படும் காலண்டர்கள் எனப்படும் உருளைகள் இரண்டோ அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்டோ காணப்படுகின்றன. இரண்டிற்கு மேற்பட்ட உருளைகள் உள்ள செயல் முறையில். முதல் இரண்டு உருளைகளில் காணப்படும் இடைவெளி வழியாக பிளாஸ்டிக் பொருண்மை அழுக்கப்பட்டு, பிதுக்கப்பட்டு முடிவில், தகடாக வெளிவருகிறது. இது மற்ற உருளைகளில் தகடாகவே செல்லு கிறது. பிளாஸ்டிக் தகட்டின் தடிப்பு கடைசி இரண்டு



படம் 26.
காலண்டரிங்

1. சூடேற்றப்பட்ட உருளை 2. பிசின் கலவை
3. இறுதி உருளை 4. சுற்று உருளை.

உருளைகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்திற்கேற்றவாறு அமையும். மேலும், தகட்டின் புறப்பரப்பு கடைசி உருளையின் புறப்பரப்பைப் பொறுத்து வழவழப்பாக, அல்லது சொரசொரப்பாக இருக்கும். கடைசி உருளையில் வரும் தகட்டைக் குளிரச்செய்ய வேண்டும். தகட்டின் தடிப்பு எல்லாப் பகுதிகளிலும் சீராக உள்ளதா என்றறிய பீட்டாக் கதிர்கள் (β rays) துணைபுரிகின்றன.

பல்எதிலீன் தகட்டைப்பெற, மென்மை யூட்டிகள் போன்ற கலவைப் பொருள்களற்ற தனிப் பிசினைச் செயல் முறையாக்க லாம். ஆனால், PVC போன்ற பிளாஸ்டிக்கில் மென்மையூட்டி, நிலைநிறுத்தி இவற்றைக் கலந்து, களியாக மாற்றி, பின்பு இரு உருளைகளுக்கிடையே செலுத்திக் கிடைக்கும் கரடு முரடான தகட்டைக் காலண்டர்களில் செலுத்தி PVC தகட்டைப் பெற வேண்டும்.

காலண்டரிங்கில், கடைசி இரு உருளைகளுக்கிடையில் பேப்பர், துணி போன்ற தளப்பொருளையும் செலுத்தினால் பிளாஸ்டிக் தகடு இவற்றின் மேல் நன்கு ஒட்டிக் கொள்கிறது. காலண்டரிங் செயல்முறை இங்கு மேற்பூச்சுக் (coating) கொடுக்க உதவுகிறது.

காலண்டரிங்கில் பயனாகும் உருளைகளின் உட்பகுதி கூடாகக் காணப்படுகிறது. உருளையின் உட்பகுதியில் காணப் படும் குழாய்களின் வழியே கொதி நீராவி அல்லது தண்ணீரைச் செலுத்தி முறையே உருளையைச் சூடேற்றலாம் அல்லது குளிர வைக்கலாம். பொதுவாக இச் செயல் முறையில் இரண்டு, மூன்று, நான்கு, அல்லது ஐந்து உருளைகளைக் கொண்ட அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வுருளைகள் I, Z, அல்லது தலைகீழான L வடிவத்தில் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலும், நான்கு உருளைகள் கொண்ட தலைகீழான L அமைப்பும், Z அமைப்பும்தான் நடைமுறையில் அதிக அளவில் உள்ளன.

இரு உருளைகளுக்கிடையில் ஏற்படும் அழுத்தம், வெப்பம் இவை இரண்டையும் கட்டுப்படுத்தித் தரமான தகடுகளைப் பெறலாம். உருளைகளின் பெரிய உருவத்தின் காரணமாகச் செயல்முறைக்கு உயர்வெப்பமும், அழுத்தமும் தேவை. உருளைகளுக்கிடையில் பிளாஸ்டிக் பொருண்மை அழுத்தத்தில் செலுத்தப்படுவதால் கூடு அமைப்புடன் கூடிய உருளையின் நடுப்பகுதி நெளிந்துவிடும். இதன் விளைவாகத் தகட்டின் நடுப்பாகம் ஓரப்பாகங்களைக் காட்டிலும் அதிக தடிப்புடன் இருக்கும். இக் குறைபாட்டை நீக்கப் பொதுவாக இரண்டு வழிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

(1) நடுப்பாகத்தில் சற்றுப்பருத்த உருளைகளைப் பயன் படுத்தலாம். அதாவது உருளையின் ஓரப்பாகங்களைவிட, நடுப்பாகத்தில் குறுக்களவு சற்று அதிகமாக உள்ள உருளை களைப் பயன்படுத்தலாம்.

(2) இரு உருளைகளையும் சற்றுக் குறுக்கு வாக்கில் வைக்க வேண்டும் இதனால் இரண்டு ஓரப் பாகங்களில் இடைவெளி அதிகரிக்கும்.

உருளை தேவைக்கு அதிகமாகச் சூடேற்றப்பட்டால், இதன் வழியே வெளிவரும் தகட்டின் மேற் பரப்பில் கொப்புளங்கள் காணப்படும். ஆனால், தேவைக்குக் குறைவாகச் சூடேற்றினால் காக்கைக் காலை ஒத்த (>>>) குறிகள் தகட்டின் மேற்பரப்பில் தென்படும். சரிவர மென்மையூட்டப்படாத பிசின் தகட்டின் புறப்பரப்பில் எண்ணற்ற ஊசித்துளைகள் காணப்படும். சில சமயம் தகட்டின் ஒரு பக்கத்தில் காக்கைக்கால் குறியும், மற்றொரு பக்கம் வழுவழுப்பாகவோ, அல்லது கொப்புளங்களோ காணப்படும். இதன் காரணம் இரு உருளைகளும் ஒரே சீரான வெப்பநிலையில் இல்லாததேயாகும். தடிப்புமிக்கத் தகடுகள் தயாரிக்கத் தேவையான வெப்பத்தைவிட மெல்லிய தகடுகள் தயாரிக்க உயர்வெப்பம் தேவை எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இச் செயல் முறையில் கிடைக்கும் தகடுகளின் தடிப்பு, அவை வெளி வரும் இரு உருளைகளின் இடைவெளியைவிடச் சற்று அதிகமாகக் காணப்படும். பிசினைச் சூடேற்றும் சமயம் அதன் நீட்சி குறைகிறது, நெகிழ்வு கூடுகிறது. எனினும், செயல்முறை வெப்பத்தில் அதன் மீட்சியை முற்றிலும் இழக்காது. பிசினை உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தும்போது அழுத்தப்படுகிறது என முன்பே பார்த்தோம். தகடு உருளைகளிலிருந்து வெளி வரும்போது அழுத்தத்திலிருந்து விடுபட்டுப் பிசின் மீட்சியை மீண்டும் பெறுகிறது. எனவேதான், தகட்டின் தடிப்பு இரு உருளைகளின் இடைவெளி தூரத்தைவிடச் சற்று அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

தளம் கொண்டு வலுவூக்கல்
(Lamination)

மை உறிஞ்சும் தாள் (Blotting paper) ஒன்றை எடுத்து, அதை இழுத்தால், அது எளிதில் கிழிந்து விடுகிறது. சமப் பரப்புள்ள பத்து மை உறிஞ்சும் தாள்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி, பிறகு இழுத்தாலும், சிரமத்தின் பேரில் அது கிழிந்துவிடக் காண்கிறோம். மை உறிஞ்சும் தாள் வலிவின்றிக் காணப்படுவதால்தான் அதை எளிதில் கிழிக்க முடிகிறது. இதே மை உறிஞ்சும் காகிதத்தின் மேல் ஃபீனாலிக்ஸ் போன்ற பிசினை (தகுந்த நீர்மத்தில் கரைத்த பின்) ஒவ்வொரு தாளின் இரு பக்கங்களிலும் தடவி உலர வைத்துப் பின்பு ஒன்றின்மேல்

ஒன்றாக வைத்து அடுக்கி, தகுந்தபடி வெப்பமும் அழுத்தமும் இதற்கு அளிக்க. விளையும் தகடு மிகுந்த வலுக்கொண்டு காணப் படுகிறது. ஏனெனில், பிசின் காகிதத்தின் பரப்பில் காணப் படும் எண்ணற்ற துளைகளை மூடி, தாள்களை ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்டவும் உதவுகிறது. இத்தகைய வலுவூட்டம் கொண்ட தகட்டைக் கிழிக்கவும் முடியாது. தாள் மையை உறிஞ்சும், நீரை உறிஞ்சும். ஆனால், வலுவூட்டப்பட்டபின், மை உறிஞ்சும் காகிதத்தாலான தகடு நீரில் பாதிக்கப்படவில்லை. இவ்வாறு ஏதேனும் தளப் பொருள்களில் பிளாஸ்டிக் பிசினைத் தடவி, அல்லது உறிஞ்சச் செய்து, பிறகு தகுந்த வெப்ப அழுத்தத்தில் வலுவூக்கப்பட்டு கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக் தகட்டை, வலுவூக்கப் பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடு (laminated plastic) என்றும், இச் செயல் முறையை ஆங்கிலத்தில் 'லாமினேஷன்' (lamination) என்றும் குறிப்பிடுகிறோம்.

வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடுகள் தயாரிக்கத் தளமாக பேப்பர் துணி, கல்நார் அட்டை, கண்ணாடி இழைகள், கண்ணாடி இழைகளாலான துணி போன்றவை உதவும். எல்லாவிதத் தளப் பொருள்களும் இச் செயல்முறையின் மூலமாக வலுவூட்டப் படுகின்றன. மேலும் தளப் பொருள்களின் தேர்வுக்கேற்ப, மின்னியல்புகள், வெப்ப எதிர்ப்புத்திறன், நீர்புகாத்தன்மை போன்ற இயல்புகளில் மேம்பாடு தோன்றுகிறது.

தளமாகப் பயனாகும் பேப்பர், சீரான கனமுள்ளதாகவும், நடுநிலையான வேதியியற் பண்பு (chemically neutral) கொண்டும், இருத்தல் அவசியம். தாளின் நெசவுக்கு (Texture) ஏற்பப் பிசின் உறிஞ்சும் திறன் மாறுபடும். தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டது போல் உறிஞ்சு திறன்மிக்க உறிஞ்சுதாள் வலுக்குன்றி காணப்பட்டாலும் பேப்பரால் உறிஞ்சப்பட்ட பிசின் வெலவெலத்துக் காணப்படும் காகித இழைகளை நன்கு பூட்டு கிறது. விளைவாக, இத்தகைய தாளைத் தளமாகக் கொண்டு வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடு சிறந்த இயந்திர இயல்பு களைப் பெற்றுக் காணப்படுகிறது.

கல்நார் அட்டையைத் தளமாகக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடு சிறந்த வெப்பம் தாங்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளது. பேப்பர், துணித் தளங்களில் தயாரிக்கப்பட்ட தகடுகளின் மேல் பரப்பில் கொப்புளங்கள் 100° முதல் 140°C வரையுள்ள வெப்பநிலை வரம்புக்குள் தோன்றுகின்றன. ஆனால், கல்நார் அட்டைத் தளத்திலிருந்து

உருவாக்கப்பட்ட வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகட்டின் மேல் பரப்பில் 170°C-க்கு மேல்தான் கொப்புளங்கள் காணப்படுகின்றன.

கண்ணாடி இழைகள் மற்ற இழைகளைவிட வலிமை மிக்கவை. எனவே, இவ்விழைகளால் பின்னப்பட்ட துணியிலிருந்து கிடைக்கும் பிளாஸ்டிக் தகடு மிக்க உறுதியுடையது. கண்ணாடி இழைகளின் சிறந்த நீர் எதிர்ப்புத்திறன் காரணமாக, இதன் வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடுகள் நீரில் பருக்காது; சுருங்காது. மேலும், கண்ணாடி இழைகளின் வெப்ப விரிவுக் குணகம் (coefficient of thermal expansion) மிகக் குறைவாகக் காணப்படுவதால், இதன் மேல் பூசப்பட்ட பிசினின் வெப்ப விரிவையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. மின்னியல்பும், வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறனும் உயர்ந்து காணப்படுவதால், இத்தளம் பெருமளவுக்குக் கட்டுமானப் பொருள்கள் தயாரிக்க உதவுகிறது.

பஞ்சாலான துணியை (cotton fabric) அடிப்படையாகக் கொண்டு அல்லது தளமாகக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட வலுவூட்டப்பட்ட தகடுகள், உயர்ந்த வலிமை பெற்றிருப்பினும் எளிதில் நீரை உறிஞ்சும். மெல்லிய துணிகளிலிருந்து, கனமான தடிப்புமிகுந்த துணிவரைத் தேவைக்கேற்றவாறு தளமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக நெருக்கமாக நெய்யப்பட்ட துணிகள் வலிமையுள்ள தகடுகளைத் தயாரிக்க உதவுகின்றன.

பிசின்கள்

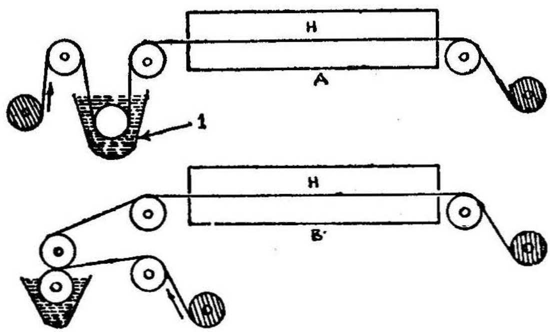
வலுவூட்டப்பட்ட தகடுகள் தயாரிக்க ஈபாக்சிப் பிசின், பல்எஸ்டர் பிசின், ஃபீனாலிக்ஸ் போன்ற வெப்பத்தால் இறுக வல்ல பிசின்கள் பொதுவாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் குறிப்பாக ஃபீனாலிக்ஸ் மிகுந்த பயனில் உள்ளது. இப் பிசின்களைத் தகுந்த நீர்மத்தில் கரைத்துத் தளத்தின்மேல் பூசலாம். அல்லது தளத்தை இக் கரைசலில் நனைத்துப் பிசினை உறிஞ்சச் செய்யலாம். பிசினின் உயர் மூலக்கூறு எடை காரணமாக, பிசின் கரைசல் பாகுத்தன்மைமிக்கதாக இருக்கும். தளம் பிசினை நன்கு உறிஞ்சிக்கொள்ளக் குறைந்த பாகுத் தன்மையுடைய கரைசல்தான் உகந்தது. ஆதலால், கரைசலின் பாகுத்தன்மையைக் குறைக்க எளிதில் ஆவியாகும் நீர்மமும் இதில் கலக்கப்படுகிறது. பிசின் இறுகத் தொடங்கும் முன்பே இந் நீர்மம் எளிதில் ஆவியாகிவிடும். எளிதில் ஆவியாகாத

நீர்மம் பிசினின் இறுகும் தன்மையைப் பாதிக்கும். மேலும், வலுவூட்டப்பட்ட தகடுகளின் இயற்பியல் இயல்புகளை மாற்றும்.

தளம் கொண்டு வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கிலிருந்து தகடுகள், குழாய்கள், தடிகள் மேலும் வார்ப்புகளும் தயாரிக்கலாம்.

தகடுகள் தயாரிக்கும் முறை

முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல் வார்னிஷ் என்று வழங்கப்படும் பிசின் கரைசலைத் தளத்திற்கு மேற்பூச்சாகக் கொடுக்கலாம். அல்லது பிசின் கரைசலில் தளத்தை நனைத்துப் பிசினை உறிஞ்சச் செய்யலாம். செயல்முறையை இவற்றிற்கேற்றபடி அமைப்பது அவசியம்.



படம். 27 தளம் கொண்டு வலுவூக்கல்

A - நனைத்தல் முறை B - மேற்பூச்சு முறை
H - வெப்ப அறை 1 - பிசின் கரைசல் தொட்டி.

பிசின் கரைசலை அகலமான தொட்டியில் எடுத்துக்கொண்டு, அதனுள் நனைந்து கொண்டிருக்கும் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உருளைகளின் அடி வழியே தளத்தைச் செலுத்த, தளம் பிசினில் நனைந்து பிசினை உறிஞ்சிக்கொள்ளுகிறது. பின்பு, நனையப்பட்ட தளத்தைச் செங்குத்தாக வெளியே இழுத்து, இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தி தளத்தின் மேல் படிந்துள்ள தேவைக்கதிகமான பிசினை வழித்தெறிய வேண்டும். ஈரமான தளத்தை 50°C-க்கு மேற்படாத வெப்ப நிலையில் உள்ள வெப்ப அறை (Chamber) யின் வழியே செலுத்தி உலர்த்த வேண்டும். பின்னர், இது உருளையில் சுற்றப்படுகிறது.

தளத்திற்குப் பிசின் பூச்சுக் கொடுக்க இரண்டு உருளைகள் கொண்ட அமைப்புப் பயனுகிறது. இரண்டு உருளைகளும் ஒன்றன்மேல் ஒன்ருகச் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டுக் கீழ் உருளையில் பாதிபாகம் வரைப் பிசின் கரைசலில் நனைக்கப்பட்டுக் காணப்படுகிறது. இவ்வுருளை சுற்றும்போது உருளையின் புறப்பரப்பு முழுவதும் பிசின் கரைசல் நன்கு பரவுகிறது. இவ்விரு உருளைகளுக்கிடையில் தளப்பொருளைச் செலுத்த, கீழ் உருளையின் மேற்படியும் தளப்பொருளின் பக்கம் பிசின் பூச்சைப் பெறுகிறது. பின்னர், முன்பு கூறியதுபோன்று பிசின் பூசப்பட்ட தளப்பொருளை வெப்பஅறை வழியே செலுத்தி நன்கு உலர்ந்த பின் உருளையில் சுற்றவேண்டும்.

வலுவூட்டப்பட்ட தகடுகள் தயாரிக்கப் பிசின் பூசப்பட்ட அல்லது பிசின் உறிஞ்சப்பட்ட தளப்பொருளைத் தேவையான அளவில் வெட்டி, இத் துண்டுகளை விரும்பப்படும் தடிப்புக் கேற்ப ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்கி வெப்பத்துடன் கூடிய தகுந்த அழுத்தத்தில் இவை ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு (consolidated) தகடு கிடைக்கிறது.

வலுவூக்கப்பட்ட குழாய்கள் தயாரிக்க, பிசின் பூசப்பட்ட அல்லது பிசினை உறிஞ்சிய தளப்பொருளைச் சுழற்தண்டின் (mandrel) மேல் சுற்றி வெப்பத்திலும் அழுத்தத்திலும் இதனைப் பக்குவமடையச் செய்தபின், சுழற்தண்டை வெளியே எடுக்க வேண்டும். குழாய்களை வார்ப்புமுறை மூலமாகவும் தயாரிக்கலாம்.

குழாய் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட செயல்முறையில், குறைவான குறுக்களவுகொண்ட சுழற்தண்டைப் பயன்படுத்தி, பிசின் பக்குவமடையத் தொடங்கும்போது சுழற்தண்டை வெளியே எடுத்துவிட்டால் வலுவூக்கப்பட்ட தடி கிடைக்கிறது.

தளம் கொண்டு வலுவூக்கல் எனப்படும் இச் செயல்முறை மூலம் வார்ப்புகளும் தயாரிக்கலாம். இம் முறையில் வார்ப்புத் தயாரிப்பது மிகவும் எளிதான தொன்ருகும். மேலும், செலவும் குறைவு. தேவையான அச்சுகளை மரம், பாரிஸ் ப்ளாஸ்டர் (Plaster of Paris), அலுமினியம் போன்ற உலோகம் இவற்றிலிருந்து தயாரிக்கலாம். இம் முறையில் பயனுகும் பிசின்கள் குறைந்த வெப்பத்திலும், தாழ்ந்த அழுத்தத்திலும் பக்குவமடையும் தன்மைகொண்டவை. ஆதலால், இச் செயல் முறைக்குத் தாழ்ந்த வெப்பமும், தாழ்ந்த அழுத்தமும் போதும் குறிப்பாக ஈபாக்சி பிசின்கள், பல்எஸ்டர் பிசின்கள் பக்குவ

மடையும்போது நீர் போன்ற உடன்விளை பொருள்கள் வெளியேற்றப்படாமையால், வெப்பமே இச் செயல்முறைக்குத் தேவையில்லை.

வார்ப்புகளை இம் முறையில் இரண்டு விதங்களில் தயாரிக்கலாம். முதல் முறையில், வார்ப்பச்சுக்குள் பிசின் பூசப்பட்ட தளத்தை வைக்கவேண்டும். இதனை, ரப்பர்ப் பைக்குள் செலுத்தவேண்டும். பைக்குள் அடைபட்ட நீராவியின் பாய்ம விசை (fluid pressure) பிசின் பூசப்பட்ட தளத்தில் செங்குத்தாகத் தாக்குகிறது. மேலும், தேவையான வெப்பத்தை நீராவி கொடுப்பதால், பிசினில் இறுக்கம் ஏற்பட்டு வார்ப்பச்சின் வடிவத்தை ஏற்கிறது. இம் முறையில் உயர்வழுத்தம் கொடுக்க முடியாது. சில செயல்முறைகளில் உயர் வழுத்தப் தேவைப்படும். அம் முறைகளில், மேலே கூறப்பட்ட ரப்பர்ப் பையிலிருந்து காற்றை வெளியேற்றி அதனுள் வெற்றிடம் உண்டாக்கிப் பின்பு பையை அழுத்தக்கலத்திற் (auto clave) குள் வைத்துத் தகுந்த அழுத்தத்தில் நீராவியைச் செலுத்தி வெப்பமூட்டவேண்டும்.

இரண்டாவது முறை

முதலில் இறுக்கப்பட்ட தகடுகள் தயாரித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்பு. இதை 180°—250°C வெப்பநிலை வரம்புக்குள் சில நிமிட நேரம் வெப்பமூட்டி நெகிழச் செய்து, வார்ப்பச்சுக்குள் புகுத்தி நடுத்தரமான அழுத்தம் கொடுக்க, இது வார்ப்பச்சின் வடிவத்தை ஏற்கிறது. வார்ப்பச்சைக் குளரச் செய்தால், வலுவூட்டப்பட்ட பிளாஸ்டிக் வார்ப்புத் தனது பழைய இயல்புகளைப் பெறுகின்றது. இம் முறையில் பயன்படும் வலுவூக்கப்பட்ட தகடுகளின் தளம் இதற்கென பிரத்யேகமான இழைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தகடுகளின் பயன்களை ஒன்று விடாமல் கூறுவது இயலாது. இதன் பயன் ஒவ்வொரு நாளும் வளர்ந்துகொண்டு வருகிறது. இதன் சிறப்பான வலிமை காரணமாக இவை கட்டுமானப் (structural materials) பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

22. பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் தன்மைகள்

பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் பொதுவான தன்மைகளை நூலின் தொடக்கத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளோம். ஒரு குறிப்பிட்ட பிளாஸ்டிக்கின் சிறப்பியல்புகள் அப் பிளாஸ்டிக்கைப் பற்றிய அத்தியாயத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இருந்தும், மேற் கண்ட தலைப்பில் ஒரு தனி அத்தியாயம் எழுத முற்பட்டதற்கும் ஒரு முக்கிய காரணம் உள்ளது. பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்ற பல பயன்களில் ஈடுபடுத்தப் படுகின்றன. ஒரே பிசினை இருவேறு விதங்களில் பயன்படுத்த விழையும்போது, அதன் தன்மைகளைப் பற்றித் தீவிரமாக ஆராய வேண்டிய தேவை ஏற்படும். எடுத்துக்காட்டாக, பல்எஸ்டர் பிசின்களைத் தகடுகளாகவும் பயன்படுத்துகிறோம். பூச்சு களாகவும் பயன்படுத்துகிறோம். ஆனால், இவ்விரண்டு பயன் களுக்கும் ஒரே ரகத்தைச் சேர்ந்த பல்எஸ்டர்கள் பயன்படுவ தில்லை எனலாம். அப்படியே ஒரே ரகத்தைச் சேர்ந்த பல்எஸ்டர் பிசின்கள் இரு வகைகளிலும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டி யிருப்பின், சில திருத்தங்களைச் (ஆளிவிதை எண்ணெயால்) செய்யலாம் என்று முன்பே அறிந்தோம். பிசினின் தன்மை களுக்கும் ஒரு சிறந்த பூச்சில் எதிர்பார்க்கப்படும் தன்மை களுக்குமிடையே இணக்கம் இருக்கிறதா, இல்லையெனில் அவ் விணக்கத்தை ஏற்படுத்தப் பிசினில் எத்தகைய மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்று ஆராய்ந்தாலொழிய இத் திருத்தங்களைப் பயன்மிக்க முறையில் செய்ய இயலாது. இத் திருத்தங்களைப் பிசினின் உற்பத்தி கட்டத்திலேயே வினைவேக மாற்றியை மாற்றியோ, வேறு சில மாற்றங்களைப் (அழுத்தம், வெப்பநிலை, வினைப்படுத்தும் காலஅளவு) புகுத்தியோ விளை விக்கலாம். அல்லது பிசினுடன் சில குறிப்பிட்ட பொருள்களை

இரண்டறக் கலப்பதன் மூலமும் தன்மைக் கலப்பு நிகழ்த்தலாம். இதை நிரப்பிகள், மென்மையூட்டிகள் ஆகியவற்றின் பணியி லிருந்து அறிகிறோம்.

எவ்வகைத் தன்மைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பயனுக்குத் தேவை என்பதை நிர்ணயித்தால் மட்டும் போதாது. ஒரு தன்மையைப் புகுத்துகையில் அது பிசினின் மற்றோர் இயல்பான தன்மையை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்றும் அறிய வேண்டியது அவசியம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பிசின் நல்ல ஒட்டுவிப்பியாக இயங்கு வதற்கு அதன் மூலக்கூறு முனைவுள்ளதாக இருக்கவேண்டும். ஆனால், மின்காப்பீட்டு அமைப்புகளில் பயன்படுத்தும் பிளாஸ்டிக் மின்முனைவு கொண்டதாக இருப்பின், தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள மின்சாரத்திலிருந்து இழப்பு (loss) ஏற்படுவது எளிதாகிவிடும். அதாவது, ஒரே பிசினை இவ்விரு பயன்களுக்கும் (சற்றும் மாற்றமல்) தேர்ந்தெடுக்க முடியாது.

தன்மைகளைப் பற்றி குறிப்பிடுகையில் அவற்றுடன் தொடர் பற்ற, ஆனால் முடிவில் பிசினின் பயனை நிர்ணயிக்கக் கூடிய ஒரே அம்சத்தை இங்குக் கருத்தில் கொள்ளாமல் இருக்க முடியாது. அந்த அம்சம்தான் பிசினின் அடக்கவிலை. முழுதும் அறிவியல் ரீதியான ஒரு விவாதத்தில் பொருளின் விலைபற்றிக் குறிப்பிட வேண்டியதில்லை. எனினும், ஒரு பொருள் நீடித்து உழைக்கக்கூடியவாறு தன்மைகளைப் பெற்றிருப்பின், அதன் உண்மையான விலை குறைவாகவே இருக்கும் என்பது அனுபவ பூர்வமான பொருளாதாரத்தின் அடிப்படை உண்மை.

பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் தன்மைகளை நான்கு முக்கிய தலைப்புகளாகப் பிரிக்கலாம் அவையாவன:

(1) வெப்பவியல்புகள்

(2) இயந்திரவியல்புகள்

(3) மின்னியல்புகள்

(4) ஒளி இயல்புகள்

வெப்பவியல்புகள்
(Thermal properties)

பிளாஸ்டிக்குகள் உயர் வெப்பத்தில் பயன்படுத்த இலாயக் கற்றவை என ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. இதில் ஓரளவு

உண்மை உள்ளது. இன்று வரை தயாரிக்கப்பட்டுள்ள சாதாரணமான, நிரப்பப்படாத பிளாஸ்டிக் பிசின்களில் 400°C வெப்பநிலைக்கு மேல் நிலையிறக்கம் காணுமல் நீண்ட நேரத்திற்குப் பணிபுரியக்கூடிய பிசின் ஒன்றுகூட இல்லை. ஆனுல், உயர் வெப்பநிலைகளை மிகக் குறுகிய காலத்திற்குத் தாங்க வேண்டியிருப்பின், அச் சூழ்நிலைகளில் சில பிளாஸ்டிக்குகள் உலோகத்தைவிடச் சிறந்து விளங்குகின்றன.

இளகவல்ல நெகிழிகள் சூடுபடுத்தினல் உருகுகின்றன அல்லது இளகுகின்றன எனக் கண்டோமல்லவா? படிகத் தன்மை கொண்ட எந்த ஒரு திடப் பொருளும் அது உருகுகையில் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டைத் திருப்தி செய்தாக வேண்டும்.

$$\frac{\triangle H_m}{T_m} = \triangle S_m \qquad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ (1)$$

இச் சமன்பாடு வெப்ப ஆற்றலியலின் (thermodynamics) அடிப்படையில் உருவானது. இதில் $\triangle H_m$ என்பது திடப் பொருளின் நிலையில் வெளியாகும் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat); T_m என்பது பொருளின் உருகுநிலை; $\triangle S_m$ என்பது என்ட்ரொபி மாற்றம் (entropy change) எனப்படுவது. $\triangle H_m$-ம், $\triangle S_m$-ம் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு அளவிலான பொருளை எடுத்துக் கொண்டால் கிடைக்கும் மாற்றங்கள். $\triangle S_m$ ஓர் அமைப்பின் ஒழுங்குநிலையைக் குறிக்கும் குறிமுள்ளாகும். ஒழுங்கற்ற நிலையினின்றும் ஒழுங்காகச் சீர்படுத்தப்பட்ட அமைப்பிற்கு ஒரு பொருள் மாறும்போது என்ட்ரொபி குறைவதாகவும், சீரான நிலையினின்றும் தாறுமாருன நிலைக்கு மாறும்போது என்ட்ரொபி கூடுவதாகவும் கொள்ளவேண்டும். அதாவது, ஒழுங்குபடுத்துகையில் $\triangle S$ எதிர்மறையாகவும், ஒழுங்கைக் குலைக்கும்போது $\triangle S$ நேர்மறையாகவும் இருக்கும்.

படிக உருவற்ற திடப் பொருள்கள் உருகுவதற்குப் பதிலாக இளகுகின்றன இவ் விளகுநிலை கண்ணுடி ரப்பராக மாறும் வெப்பநிலை என்று குறிப்பிடப்படுகிறது என்று மூன்ரும் அத்தியாயத்திலேயே கூறப்பட்டுள்ளது. இவ் வெப்பநிலையில் அவை நொறுங்கும் தன்மையை விடுத்து மீள்தன்மையைப் பெறுகின்றன. மேற்கண்ட சமன்பாடு படிக உருவற்ற பொருள்களுக்கும் பொருந்தும். ஆனுல், சற்றுத் திருத்தியமைக்கப்பட வேண்டும்.

$$\frac{\triangle H_g}{T_g} = \triangle S_g \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

T_g : கண்ணாடி—ரப்பர் மாற்றம் நிகழும் வெப்பநிலை. $\triangle H_g$-ம், $\triangle S_g$-ம் முந்தைய சமன்பாட்டில் கண்ட $\triangle H_m$ஐயும், $\triangle S_m$ஐயும் ஒத்த பொருளுடையவையே.

படிகத்தில் ஒழுங்குமுறை அதிகம். நீர்மங்களில் மூலக் கூறுகள் இங்குமங்குமாக அலையக் கூடுமாதலால் ஒழுங்கான அமைப்பு இல்லை. ஆகையால், படிகம் உருகுகையில் என்ட்ரொபி கூடுகிறது. நீர்மம் படிகமாக உறைகையில் என்ட்ரொபி குறையும்.

படிகமற்ற பொருள்களில் கண்ணாடி நிலையிலிருந்து ரப்பராக மாறும்போது என்ட்ரொபி கூடுகிறது.

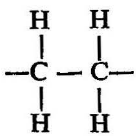
முழுமையாகப் படிக உருக்கொண்ட பிளாஸ்டிக் இது வரை தொகுக்கப்படவில்லையாதலால், பிளாஸ்டிக்கில் படிக உருக் கொண்ட பகுதிக்கு முதல் சமன்பாட்டையும், கண்ணாடியையோ ரப்பரையோ ஒத்த பகுதிக்கு இரண்டாவது சமனபாட்டையும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஒரே பொருளைப் படிக உருவத்திலும், படிக உருவற்ற வடிவத்திலும் தயாரித்தால். படிக உருப்பெற்ற வடிவத்தை உருக்குவதற்குப் படிக உருவற்ற வடிவத்தைவிட உயர் வெப்ப நிலை தேவைப்படும். குறைவடர்த்தி பல்எதிலீன் உயர் அடர்த்தி பல்எதிலீனைவிடக் குறைந்த உருகுநிலை கொண்டுள்ளது என்பதிலிருந்து இது தெளிவாகிறது. இவ் வேறுபாட்டிற்குப் படிகத் தன்மையில் இரு பல்எதிலீனும் மாறுபடுவதே காரண மாகும். T_m எப்பொழுதும் T_gஐவிடக் கூடுதலாக இருக்கும். அதாவது, பொதுவாக ஒரு பிளாஸ்டிக்கை நீர்மமாக ஊற்றி வார்க்க வேண்டுமானல் அதைக் (பிசினை) கூடிய வரை படிகத் தன்மை குறைந்த நிலையிலேயே தயாரிக்க வேண்டும்.

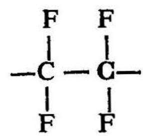
இறுகவல்ல நெகிழிகளுக்கு உருகுநிலையும் கிடையாது இளகுநிலையும் கிடையாது அப்படியென்றால் அவை படிகங்களா என்ற கேள்வி எழலாம். அவை பெரும்பாலும் படிக உரு வற்றவை (டெரிலீன போன்ற இழைகளைத் தவிர). அவற்றின் உருகாப் பண்பு குறுக்குப் பிணைப்புகளில் அடங்கியுள்ளது.

இளகவல்ல நெகிழிகளுக்குள்ளேயே வெப்பத்திற்கு ஈடு கொடுக்கும் ஆற்றலில் நிறைய வேறுபாடுகள் உள்ளன.

எடுத்துக்காட்டாக, பல்எதிலீனுக்கும் டெஃப்ளானுக்கும் அமைப் பளவில் நிறைய ஒற்றுமை இருக்க வேண்டும் ஏனெனில், பல்எதிலீனின் ஹைட்ரஜன் அணுக்களையெல்லாம் ஃப்ளூரின் அணுக்களால் பதிலீடு செய்தால் டெஃப்ளான் மூலக்கூறின் வாய்பாடு கிடைக்கிறது. ஆனால், வெப்பம் தாங்கும் இயல்பிலும், வெப்ப மாற்றத்திற்கு ஈடு கொடுப்பதிலும் இவ்விரு பொருள் களும் வேறுபட்டு நிற்கின்றன. பல்எதிலீனை —70°C-லிருந்து +100°C வரைதான் பயன்படுத்தலாம். டெஃப்ளானையோ —195°C முதல் + 300°C வரையிலான அகன்ற வெப்ப வரம்பிற்குள் கவலையின்றிப் பயன்படுத்தலாம். இவ் வேறுபாட் டிற்கு ஃப்ளூரின் அணு ஹைட்ரஜன் அணுவைக் காட்டிலும் பெரிதாக உள்ளதே காரணமாகும். இவ் வேறுபாட்டினால் பல்எதிலீன் சங்கிலி எளிதில் சுழல்வது போன்று டெஃப்ளான்



பல்எதிலீன் சங்கிலி



டெஃப்ளான் சங்கிலி

சங்கிலியில் தடையற்ற சுழற்சி இருக்க முடியாது. டெஃப்ளான் சங்கிலியைச் சுழற்றக் கூடுதலான ஆற்றல் தேவை. அதாவது, உயர் வெப்பநிலைகளில்தான் டெஃப்ளான் சங்கிலியைச் சுழற்றவோ, அசைக்கவோ இயலும்.

சில தொகுதிகளை மிகுந்த எண்ணிக்கையில் தன்னகத்தே கொண்ட பலபடி மூலக்கூறுகள் எளிதில் வெப்பத்தால் சிதையா. வெப்பத்தினால் எளிதில் பாதிக்கப்படாத பிளாஸ்டிக்குகளில் க்ளோரின், ஃப்ளூரின், சிலிக்கன், போரன், அரோமாடிக் தொகுதி ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றாகிலும் இடம் பெற்றிருக்கும்.

ஒவ்வொரு பிளாஸ்டிக்கிற்கும் ஓர் உயர்ந்தபட்ச வெப்பநிலை உண்டு. இந்தப் பெரும வெப்பநிலைக்குமேல் அப் பிளாஸ் டிக்கைப் பயன்படுத்துவது உசிதமல்ல. இவ் வெப்பநிலையை எந்த ஒரு பிளாஸ்டிக்கிற்கும் கண்டறிய வேண்டுமானால் அப் பிளாஸ்டிக் பரப்பின்மீது ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 66 பவுண்டுகள் என்ற வீதத்தில் அழுத்தம் கொண்ட தகைவு கொடுத்து, வெப்பநிலையை ஒரு நிடத்திற்கு 1°C என்ற வீதம் உயர்த்தவேண்டும். எந்த வெப்பநிலையில் ஒரு பிளாஸ்டிக்

பொருளில் உருமாற்றம் தொடங்குகின்றதோ, அவ் வெப்ப நிலையே அப் பிளாஸ்டிக்கின் உயர் வரம்புநிலையாகும். பல்ஸ்டைரீனுக்கு இந்நிலை 85°C. பல்எதிலீன் 80°C-ல் வலு முழுவதையும் இழக்கிறது. நிலையிறக்கமும் இவ் வெப்பநிலையில் தொடங்குகின்றது.

வெப்பம் கடத்தும் திறன்

திடப் பொருள்களில் வெப்பம் இரு விதங்களில் கடத்தப் படுகிறது. (1.) கட்டில்லா எலெக்ட்ரான்கள் (free electrons) மூலம். (2) அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் தத்தம் இருக்கைகளிலேயே அதிர்வுறுவது (vibration) மூலம்.

உலோகங்களில் மேற்கூறிய இரு வகைகளிலும் வெப்பக் கடத்தல் நிகழ்கிறது. பிளாஸ்டிக் போன்ற பலபடிகளில் இரண்டாவது இயக்கம் மட்டுமே செயல்படுகின்றது. ஓடும் எலெக்ட்ரான்களின் மூலம் கடத்தும் வெப்பம், அசைந்தாடும் அணுக்கள் (அல்லது மூலக்கூறுகள்) மூலம் கடத்தும் வெப்பத்தைவிட பன்மடங்கு அதிகம். இதனால்தான் உலோகங்கள் சிறந்த வெப்பக் கடத்திகளாகவும், பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்ப அரிதிற் கடத்திகளாகவும் இருக்கின்றன.

பிளாஸ்டிக்குகளை வெப்பக் காப்பீட்டு (thermal insulation) அமைப்புகளில் பயன்படுத்துகையில் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டிய ஒரு முக்கியமான அம்சம் காப்பீட்டுப் படலத்தின் கனம். வெப்பத்தைக் கடத்த இயலாத காரணத்தினால் வெப்பத்தை ஏற்றுப் பிளாஸ்டிக் சிதையக்கூடும். இதைத் தடுக்க பிளாஸ்டிக் பொருளின் வெப்பக் கொள்ளளவு (heat capacity) அல்லது கனல் ஏற்புத்திறன் குறைக்கப்படவேண்டும். கனல் ஏற்புத்திறன் ஒரு பொருளின் எடையைப் பொறுத்ததாகையால், தடித்த பிளாஸ்டிக் படலங்களைவிட மெல்லிய படலங்களே சிறந்த காப்பீடுகளாகும்.

ஒரு பொருளின் கனல் ஏற்புத்திறன் } = பொருளின் எடை × அதன் சுய வெப்பம்

ஆகையால் பொருளின் எடையைக் குறைப்பதுடன் சுய வெப்பம் (specific heat) குறைவாக அமையப்பெற்ற பிளாஸ்டிக்கைப் பயன்படுத்திக் கனல் ஏற்புத்திறனை மேலும் குறைக்கலாம். டெஃப்ளானும், சிலிக்கோனும் சுய வெப்பம் குறைவாகப் பெற்றமையால்தான், வெப்பக் காப்பீட்டு அமைப்புகளில் பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன.

நுண்துளை மலிந்த (porous) பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்பத்தைச் சிறிதும் கடத்தமாட்டா. ஏனெனில், இத் துளைகளில் அடைபட்டுக் கிடக்கும் அசைவற்ற காற்று ஓர் அரிதிற் கடத்தி. பெரிய கட்டடங்களில் வெப்பக் காப்பீட்டிற்கு நுரைத்த பிளாஸ்டிக்குகள் விரும்பப்படுவதற்கு இதுவே காரணம். சில பிளாஸ்டிக் நுரைகளிலுள்ள ஆவி கீழ் வெப்பநிலையில் நீர்மமாகி விடுகிறது. இந் நீர்மம் தேங்கியுள்ள பாகம் தவிர நுரையினுள் மற்ற இடமெல்லாம் வெற்றிடமே. இதனால், குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் வெப்பக் காப்பீட்டிற்கு நயமான பொருள்கள் பிளாஸ்டிக் நுரைகளே எனத் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளது.

வெப்பத்தால் விரிவடையும் தன்மை (Thermal expansion)

வெப்பத்தினல் விரிவடையும் இயல்பு உலோகத்திலும் செரமிக் பொருள்களிலும் காணப்படுவதைப் போன்று பன்மடங்கு அதிகமாகப் பிளாஸ்டிக்குகளில் காணப்படுகிறது. குறிப்பாக இளகவல்ல ரகத்தில், துணைப் பிணைப்புகள் வலுவற்றவை. ஆகையால், அவை எளிதில் உடைகின்றன. இதனல், அடுத்தடுத்த சங்கிலிகளிடையே இணக்கம் குறைந்து அவை விலகிச் செல்லுகின்றன. இறுதியில் இது பிளாஸ்டிக்கின் பரிமாணங்களைக் கூடுதலாக்குகிறது. இறுகவல்லனவற்றில் வெப்ப விரிவுக் குணகம் குறைவு. ஏனெனில், அம் மூலக்கூறுகளிலுள்ள குறுக்குப் பிணைப்புகள் யாவும் முதனிலைப் பிணைப்புகளே (primary bonds). இவற்றை அகற்ற மிக உயர் வெப்பம் தேவை.

விரியும் தன்மை மிகுதியாகப் பெற்றமையால் பிளாஸ்டிக்குகளைப் பயன்படுத்தும் அமைப்புகளில் இடைவெளி கணிசமாக இருத்தல் வேண்டும்.

உயர் உருகுநிலைகொண்ட திடப்பொருள் மிகக் குறைந்த அளவே விரிவடைகிறது என்பது ஓர் அனுபவ பூர்வமான உண்மை. இவ் வடிப்படையில் திடப்பொருள்கள் இருவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. உருகுநிலையை விரிவுக் குணகத்தால் (Co-efficient of thermal expansion) பெருக்கினல் வரும் எண் 0·02 அல்லது 0·03 ஆக இருந்தால், அத் திடப்பொருள் ஓர் உலோகமாகவோ, அயனிப் பொருளாகவோ இருக்கும். இப்பெருக்கம் 0·007 ஆக இருப்பின், அப் பொருள் ஒரு கண்ணாடி யாகவோ, பலபடியாகவோ இருக்கும்.

இரு வேறு பொருள்களை இணைக்கும்போது ஒரே விரிவுக் குணகத்தைக்கொண்ட பொருள்களாகத் தேர்ந்தெடுக்க

வேண்டும். ஓர் உலோகத்திற்குப் பூச்சு கொடுக்கவேண்டியிருந்து, அவ்வுலோகமும் பூச்சும் ஒரே அளவு விரிவடைய வேண்டியிருந்தால், மேற்சொன்ன வாய்பாடுகளிலிருந்து உலோகத்திற்குக் கண்ணாடி அல்லது பிளாஸ்டிக் பூச்சுதான் கொடுக்க முடியும் என்று தெரியவரும்.

எரியும் தன்மை

ஹைட்ரஜனை அதிக அளவில் கொண்ட பிளாஸ்டிக்குகள் நன்கு எரியும். க்ளோரினை மூலக்கூறில் கொண்ட பிளாஸ்டிக் எளிதில் எரியாது. ஃப்ளூரினை மலிவாகப் பெற்ற டெஃப்ளான் இவ் வகையில் மிகவும் சிறந்தது. சுடர் வெப்பத்தால் சிதையாத பூச்சுகளில் சிலிக்கோன்கள் இடம் பெறுவது அவற்றின் எரியாத பண்பினுல்தான்.

இயந்திர வியல்புகள்

(Mechanical properties)

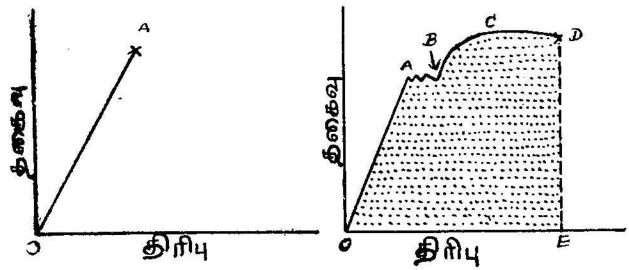
கட்டடங்களும், போக்குவரத்துச்சாதனங்களும் நிர்மாணிக்கப் பயன்படும் பொருள்கள் கீழ்க்கண்ட அதம நிர்ணயங்களைப் (minimum specifications) பூர்த்தி செய்வனவாக இருத்தல் அவசியம். ஒரு சதுர அங்குலப் பரப்பில் 7,00,000 பவுண்டுகள் எடையைத் தாங்கும் வலிமை பெற்றிருக்க வேண்டும். 500°C வரை உருகாதிருக்க வேண்டும். 10 சதமாவது மீட்சியுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். இவை தவிர வெப்பம், கதிர்வீச்சு வேதியியற் பொருள்கள் ஆகியவற்ருல் பாதிக்கப்படாததாக (நிலையிறக்கம் காணுது) இருத்தல் வேண்டும்.

மேற்கூறிய தேவைகளைப் பிளாஸ்டிக்குகள் பூர்த்தி செய்கின்றனவா, இல்லையெனில் மேற்கூறிய தகுதிகளை அவற்றின் மீது எப்படி ஏற்றிவிடலாம் என்பதையெல்லாம் இப்போது கவனிப்போம்.

நீட்சி வலு (Tensile strength)

ஓர் உலோகத் தண்டின் ஒரு விளிம்பை ஒரு நல்ல பிடிப்பில் இறுத்தி இன்னொரு விளிம்பைப் பளு கொண்டு இழுப்பதாகக் கொள்வோம். இழுவிசை கூடக்கூட உலோகம் நீட்சி அடையும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைவரை இந்த இழுவிசை அல்லது தகைவு (stress) அகற்றப்பட்டவுடனேயே நீட்சி மறைந்து உலோகம் பழைய நிலைக்குத் திரும்பும். அதாவது, ரப்பரைப் போன்று

விசை அகன்றவுடன் சுருங்கிவிடும். ஆனல் இழுவிசை ஓர் அளவைத் தாண்டியவுடன் நீட்சியில் ஒரு பங்கு (இழுவிசையை அகற்றியதும்கூட) நீங்காமல் நிலைத்துவிடும். பழைய நிலையைத் திரும்பப் பெற இயலாது. மீட்கக்கூடிய நீட்சிக்கு மீள்தன்மை கொண்ட வடிவமாற்றம் (elastic deformation) என்றும், மீட்சி எல்லையைத் தாண்டிய பின்பு தோன்றும் நீட்சிக்கு நிலையான வடிவமாற்றம் (plastic deformation) என்றும் பெயர்.



படம் 28.
தகைவு—திரிபு வரைபடம் (பொது)

$$\text{திரிபு} = \frac{\text{நீட்சியின் அளவு}}{\text{தொடக்கத்தில் தண்டின் நீளம்}} \times 100$$

நீட்சியின் அளவு = நீட்சியுற்ற தண்டின் நீளம் — தொடக்கத்தில் நீளம்

1 செ. மீ. நீளமுடைய ஓர் உலோகத்துண்டு தகைவின் தூண்டுதலால் 1·1 செ.மீ. நீளமுடையதாக மாறினல், திரிபு 10 சதவிகிதம் எனப் பொருள்.

OA: மீட்கக்கூடிய நீட்சி. இப் பகுதியில் தகைவு திரிபிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

A: இளகுநிலைப்புள்ளி (yield point) இங்கு உலோகத் தண்டின் உள்ளமைப்பில் அணுக்கள் பலவித இட மாற்றங்களுக்கு ஆளாகத் தொடங்குகின்றன. இளகு நிலைப் புள்ளியிலிருந்து நிலையான வடிவமாற்றம் தொடங்குகிறது. வரைபடத்தில் புள்ளி A-க்கு அப்பா லுள்ள பகுதிகளிலும் A வரை நிகழ்ந்த நீட்சியை மீட்டு விடலாம். A மீட்சி எல்லையைக் குறிக்கும்.

B: கீழ் இளகுநிலைப்புள்ளி

D: உலோகம் முறியும் நிலை

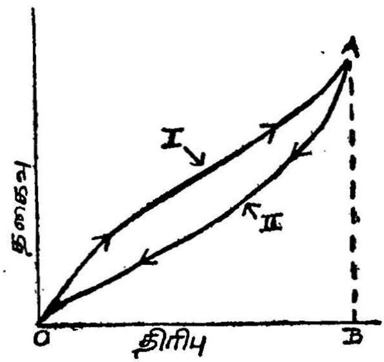
C: வரைபடத்தின் பெருமநிலை (maximum). இதற்கு இறுதி இழுவிசை (ultimate tensile stress) எனப் பெயர். இதை இழுவிசை செலுத்தப்படுவதற்கு முன் பிருந்த தண்டின் குறுக்குப் பரப்பளவால் வகுத்தால், இறுதி இழுவை வலு கிடைக்கும். இது ஒவ்வோர் உலோகத்திற்கும் ஒரு மாறிலி ஆகும். இதன் மதிப்புப் பொருளின் உள்ளமைப்பைப் பொறுத்தது. எல்லா உலோகங்களுக்கும் படத்தில் உள்ளது போன்று ஒரே மாதிரியான வடிவம் கொண்ட வளை கோடுகள் இருக்காது.

எடுத்துக்காட்டாக, வார்ப்பிரும்புத் (cast iron) துண்டில் மேற்கண்ட சோதனையை நடத்தினால் OA பகுதி மட்டுமே இடம் பெறும் A என்ற நிலையை அடைந்தவுடன் உலோகத்தண்டு தெறித்து உடையும். இப்படிப்பட்ட உலோகங்களும் உலோகக் கலவைகளும் வலுவான அமைப்புகளை அளிக்க இயலாதவை. A-நிலையைத் தாண்டக்கூடிய பொருள்களைத்தான் கம்பிகளாக நீட்டமுடியும் (ductile). இறுகவல்ல நெகிழிகளில் வளைகோடு A-யுடன் நின்றுவிடும். அதாவது, அவை நொறுங்கும் தன்மை யுடையவை.

வரைபடத்தில் OADE என்ற பரப்பின் அளவு பொருளின் தாக்கு வலுவைக் குறிக்கும் அதாவது, பொருளை உடைக்கத் தேவையான அதம ஆற்றலைக் (minimum energy) குறிக்கும்.

ரப்பரின் தகைவு—திரிபு வரைபடம் உலோகங்களுடைய தகைவு — திரிபு வரைபடங்களினின்றும் மாறுபட்டிருக்கிறது. ரப்பரை இழுவிசைக்குட்படுத்தினால் தகைவு—திரிபு வளைகோடு I ஆக இருக்கும். இழுவிசையை அகற்றியவுடன் ரப்பர் மறுபடி சுருங்குகிறதல்லவா? அப்போது அது வளைகோடு IIஐத் தொடரும். OAB என்ற பரப்பின் அளவு அந்த ரப்பரைச் சேதமுறச் செய்வதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலாகும். ரப்பர் நீட்சியிலிருந்து மீளும்போது இவ்வாற்றலில் ஒருபகுதியே எஞ்சி நிற்கிறது. வளைகோடு I-க்குள் அடைபட்ட பரப்பிற்கும் வளை கோடு II-க்குள் அடைபட்ட பரப்பிற்குமிடையே உள்ள வித்தியாசம் (கோடிட்ட பரப்பு) இழக்கப்பட்ட ஆற்றலைக்

குறிக்கும். ரப்பரை இழுக்கும்போது சங்கிலிகளிடையே ஏற்படும் உராய்வு (friction) இவ்வாற்றலை உட்கொள்ளுகிறது. ரப்பர் உறையிலிடப்பட்ட பொறி அங்கங்கள் அதிர்வைச் சமனப்



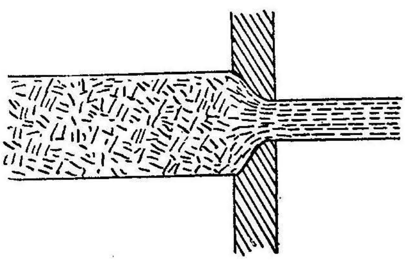
படம் 29.
ரப்பரின் தகைவு—திரிபு உறவு

படுத்துவது (damping of vibrations) இவ்வியக்கத்தினால்தான். அதிர்வாற்றலை ரப்பர் அமைப்பு அதன் பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கிடையே ஏற்படும் உராய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்திக் கொண்டு அதிர்வை நிறுத்தி விடுகிறது.

இளகவல்ல பிளாஸ்டிக் ரகத்திற்குத் தகைவு - திரிபு வரை படம் வரைந்தால், அது உலோகத்திற்கும் ரப்பருக்கும இடையிலானதாக இருக்கும். ஏனெனில், உலோகங்கள் படிகங்கள். ரப்பர் நீட்சியுறாத நிலையில் படிக உருவற்றது. பிளாஸ்டிக்குகள் பகுதி - படிகங்கள்.

இழுவலு உலோகங்களுடன் ஒப்பிடுகையில் பிளாஸ்டிக்குகளில் மிகக்குறைவு. பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே வலுமிக்கதான நைலானின் இழுவலு (ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 8 கிலோ கிராம்) உலோகங்களிலேயே மிக எளிதில் நொறுங்கக் கூடிய தான வார்ப்பிரும்பின் இழுவலுவில் (ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 24 கிலோ கிராம்) மூன்றில் ஒரு பங்கே உள்ளது. அஃதாவது, வலுமிக்க பிளாஸ்டிக் வலுக்குறைந்த உலோகத்துடன்கூட (இதற்குக் காரீயம் - இழுவலு சதுர அங்குலத்திற்கு 2·5 கிலோ கிராம் - விதிவிலக்கு) போட்டியிட முடியாது. இக் குறைபாட்டிற்குப் பலபடிகளின் படிகத்தன்மையில் முழுமையில்லாததே காரணமாகும்.

பிளாஸ்டிக்கின் இழுவலுவை ஓரளவு அதிகரிக்கலாம். இதற்கான முறைகளுள் ஒன்று வலுவூக்கிய கற்காரை (reinforced concrete) தயாரிக்கும் முறையை ஒத்தது. கற்காரையின் இழுவலுவிற்கு அதனுள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இரும்புக் கம்பிகள் காரணமாகின்றன. கண்ணாடி இழை கண்ணாடித் தகட்டைவிட பன்மடங்கு வலுப்பெற்றது என்று பல்எஸ்டரைப் பற்றி விவரிக்கையில் குறிப்பிட்டுள்ளோம். பஞ்சுப் பொதியைவிட பருத்தி நூலிற்கு இழுவலு அதிகம். ஏன்? பஞ்சுப் பொதியில் மூலக்கூறுகள் பல திசைகளிலும் பரவியுள்ளன. நூற்கும்போது மூலக்கூறுகளை ஒரு முனைப்படுத்துகிறோம். இதனால், படிகத் தன்மை கூடி நூல் நீளவாக்கில் வலுப்படுகிறது. கண்ணாடியை இதே போன்று இழைகளாகத் தயாரித்தால், இவ் விழைகளை அடுக்கி இடைவெளியைப் பிளாஸ்டிக் பிசின் கொண்டு நிரப்பலாம். விளைவு: வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக், நைலான் போன்ற பிளாஸ்டிக் பொருள்களையும் இழை வடிவத்தில் தயாரிக்கையில் வலு கூடுகிறது. ஆதலால், நைலான் போன்ற பிளாஸ்டிக் இழைகளைக்கொண்டு மற்ற பிளாஸ்டிக்குகளை (ஃபீனலிக் போன்றவை) வலுவூட்டலாம். இரு வேறு பொருள்களாலான இவ்வமைப்புகள் கோர்வைகள் (composites) எனப் பிரசித்தி பெற்றவை.



படம். 30
படிகத்தன்மையைக் கூட்டுதல்

விறைப்புத்தன்மை (Stiffness)

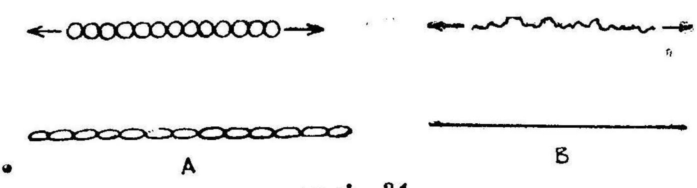
இழுவலுவைக் காட்டிலும் முக்கியமான அம்சம் ஒன்றுள்ளது. அதுதான் பொருள்களின் விறைப்புத் தன்மை. இழைகளுக்கு இழுவலு அதிகம். ஆனால், இழைகளைக் கொண்டு லாந்தர் கம்பம் போன்ற விறைப்பான அமைப்புகளை ஆக்க இயலுமா? இயலாது. ஏன்? அவற்றில் விறைப்புத்தன்மை

இல்லை. இரு வேறு பொருள்களின் விறைப்புத் தன்மையை ஒப்பிடுவதற்கு அவற்றின் மீட்சிக் குணகங்களின் மதிப்புத் தெரிய வேண்டும்.

தகைவும் திரிபும் மீட்சி எல்லைவரை நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் எனக் கூறினேமல்லவா? அப்படியானல் அவற்றின் விகிதம் ஒரு மாறிலியாக (constant) இருந்தாக வேண்டும். அந்த மாறிலிதான் மீட்சிக் குணகம் எனப்படுவது, ஆங்கிலத்தில் இதை 'elastic modulus' என்றும், 'Young's modulus' என்றும் கூறுவர்.

$$\text{மீட்சிக் குணகம்} = \frac{\text{தகைவு}}{\text{திரிபு}} = E$$

நல்ல பக்குவப்படுத்தப் பட்டுள்ள (cured) பிளாஸ்டிக்குகளான இறுகவல்ல ரகங்களே உலோகங்களைவிட சுமார் ஆயிரம் மடங்கு விறைப்பு குறைவாக அமையப்பெற்றுள்ளன. உலோகங்களின் E மதிப்பு சராசரியாக ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 10^7 பவுண்டுகள். ஃபீனைலிக்குகளும் சிலிக்கோன்களும் இதில் சுமார் நூறில் ஒரு பங்கே கொண்டுள்ளன. மற்ற பிளாஸ்டிக்குகளுக்கு E மதிப்பு இவற்றைவிடவும் குறைவு. இந்த மீட்சின் குணக வேறுபாட்டிற்குப் பலபடிச் சங்கிலியின் வளையும் தன்மையே காரணம். உலோகங்களை இழுக்கையில் அடுத்தடுத்த அணுக்களிடையே உள்ள இணைப்பு சற்றே நீள்கிறது. ஏனெனில், இவ்விணைப்பு உறுதிமிக்கது. பிளாஸ்டிக்குகளில் பலபடிச் சங்கிலியில் அமைந்த சக பிணைப்புகள் இழுபடுவதோடு, சுருண்டும் வளைந்தும் கிடக்கும் சங்கிலிகளை நேராக நீட்சியுறுவதால் இழுவிசையினல் கணிசமான திரிபை உண்டாக்க முடிகிறது. ஆதலால், E குறைவாக இருக்கிறது.



படம் 31.

விறைப்புத் தன்மை—உலோகமும் பிளாஸ்டிக்கும்

A. உலோகம் B. பிளாஸ்டிக்.

பலபடிச் சங்கிலிகளை விறைப்பு மிகுந்தவையாக்க முடியுமானல் பிளாஸ்டிக்குகளையும் உலோகங்களைப் போன்றே கட்டு

மானப் பொருள்களாகப் (structural materials) பயன் படுத்தலாம்.

பிளாஸ்டிக் பொருள்களுக்கு விறைப்பூட்ட மூன்று முறைகள் உள்ளன :

(1) படிகத் தன்மையைக் கூடுதலாக்குதல்.

(2) குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துதல்.

(3) தனிச் சங்கிலிகளை வலுப்படுத்துதல்.

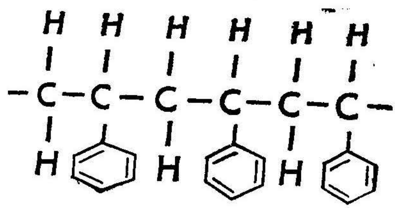
பல்எதிலீனும் பல்ப்ரொப்பிலீனும் படிகத்தன்மை மிகுதியான நிலையில் உருவாக்கப்படும் பலபடிகள். இதுவே அவற்றின் வலிமைக்கு ஆதாரம். இப் படிகங்களிலேயே முனைவுள்ள தொகுதிகளும் இருக்குமாயின் விறைப்பு, இன்னும் கூடுகிறது. இதைப் பல்எஸ்டரில் காணலாம்.

படிகங்களை உருவாக்குவது ஒரு இயற்பியல் மாற்றம். குறுக்குப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்துவது வேதியியல் மாற்றமாகும். பின்னல் கூறப்பட்டது நிலையானதுபகூட. குறுக்குப் பிணைப்புகள் மலிந்த இறுகவல்ல நெகிழிகள் சூடேற்றினால் இளகுவதில்லை எனக் கண்டோம். இதிலிருந்து குறுக்குப் பிணைப்புகள் பலபடிச் சங்கிலிகளுக்கு விறைப்பூட்டுவதில் எவ்வளவு உதவியாக இருக்கின்றன என்பது தெரிகிறது.

மேற்கூறியவற்றைவிட மூன்றுவது முறையே பயன்மிக்கது, ஏனெனில், இது பிசினைத் தயாரிக்கும்போதே மூலக்கூறு அளவில் விறைப்பாக்கும் முயற்சி. சங்கிலிகளில் கனத்த தொகுதிகளை இணைத்துவிடுவதன் மூலம் இதை நிகழ்த்துகின்றனர். பல்எதிலீன் சங்கிலியுடன் இணைந்திருக்கும் யாவும் சிறிய அணுக்களான ஹைட்ரஜன்களே. மாறாக, பல்ஸ்டைரீனின் பலபடிச் சங்கிலிகளில் ஒவ்வொரு கண்ணியிலும் ஒரு ஃபீனல் தொகுதி தொங்குகின்றது.



பல்எதிலின் சங்கிலி



பல்ஸ்டைரீன் சங்கிலி

பல்ஸ்டைரீன் படிக உருவற்றது. குறுக்குப் பிணைப்புகளற்றது. இருந்தும் சங்கிலிகள் இறுக்கமாகவும் விறைப்பாகவும் இருப்பதற்குப் பருவான ஃபீனைல் தொகுதிகள் பலபடிச் சங்கிலிகளில் ஆங்காங்கே அமைந்து சங்கிலியை வளையாமல் பார்த்துக்கொள்வதே காரணம்.

இவ்வாறு சங்கிலிகளில் கனமான தொகுதிகளை இணைப்பதை விடக் கனமான தொகுதிகளான சங்கிலிகளை உருவாக்குவது சிறந்தது. இவ் வகையில் பல்பாரா ஃபீனைலீன் (poly paraphenylene) எனும் பலபடிச் சங்கிலி பொறியாளரின் கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது. ஃபீனைலின் தொகுதிகளை மட்டுமே கொண்ட பலபடி நொறுங்குகிறது. எதிலும் கரைவதில்லை. சங்கிலியும் குட்டையாக உள்ளது. ஆனால், இத் தொகுதிகளுக்கிடையே ஆக்சிஜன் கந்தகம் போன்ற அணுக்களைப் புகுத்திச் சங்கிலியின் நீளத்தைக் கூடுதலாக்கலாம். வார்ப்புத்தூள் தயாரிப்பை எளிதாக்கலாம்.



பாரா ஃபீனைலீன் சங்கிலி

பல்இமைடுகளும் ஃபீனைலீன்களைப் போன்றே வலுவும் வெப்பத்தை எதிர்க்கும் திறனும் கூடுதலாகப் பெற்றவை. பைரோ மெல்லிடிமைடு (Pyromellitimide) இவ் வகையில் மிகவும் உன்னதமான பலபடியாகும்.

மேற்கூறிய மூன்று வழிகளில் ஒன்றையோ, இரண்டையோ, அல்லது மூன்றையுமோ பயன்படுத்தி வலுவான பிளாஸ்டிக்குகளைப் பெறலாம். எடுத்துக்காட்டாக, டெரிலீன் மூலக்கூறு 260°C வரை உருகாமல் இருப்பதற்குச் சங்கிலிகளில் அரோமாடிக் தொகுதிகளும் பலபடியின் படிக உருவுமே துணைபுரிகின்றன.

ஈபாக்சி படிக உருவற்றது. ஆனால், குறுக்குப் பிணைப்பும் சங்கிலியின் விறைப்பும் இக் குறையை நன்கு இட்டு நிரப்பு கின்றன. செயற்கை ரப்பரில் படிகத்தன்மையும் (நீட்சியுற்ற நிலையில்) குறுக்குப் பிணைப்பும் மீட்சிக்குணகத்தை உயர்த்து கின்றன.

மூன்று வழிகளையும் ஒருங்கிணைத்துப் பலபடியை விறைப் பாக்க வியலுமாயின், பிளாஸ்டிக்காலான கட்டடங்கள் நிர் மாணிப்பது எளிதாகிவிடும். இதனால், பிளாஸ்டிக்குகள் அவற்றின் ஒரே பெரிய குறையும் அகற்றப்பட்டு உலோகங் களுக்கு இன்று பொறியியற் துறையில் இருக்கும் மதிப்பைப் பெற்றுவிடும் வாய்ப்பு உள்ளது.

பிளாஸ்டிக்குகளில் (உலோகங்களுள் ஒரு சிலவற்றிற்கே முக்கியமான தன்மையான) "சரிதல்" (creep) எனும் இயல்பு ஒரு பெரிய பிரச்னையை உண்டுபண்ணக் கூடியது. ஓர் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக் அல்லது ரப்பரினாலான பந்தைச் சுவரின்மீது அடித்தால் விரைவில் திருப்பிவிடும். அதே பந்தைச் சாதாரண நிலையில் பல நாள்களுக்கு வைத்திருந்தால் அதன் வட்ட வடிவிலிருந்து சிறிதாகிலும் உருமாறியிருப்பதைக் காணலாம். அதாவது, நாம் சுமத்தும் பளுவை எளிதில் தாங்கும் பந்து அதன் சொந்த பளுவைத் தாங்கத் தயங்குகிறது. இதற்குக் காரணம் பந்தின் பளுவிலோ நாம் அளிக்கும் விசையிலோ இல்லை. விசை அளிக்கப்படும் விரைவிலேதான் ரகசியம் உள்ளது. நாம் ஓங்கி அடிக்கும்போது விசையின் வேகத்திற்குத் தக்கவாறு பந்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் புது இருக்கைகளைத் தேடி அமர இயலாது. அதே பந்து தன்னிச்சையாக இருக்கையில் விசை மிகக்குறைவாகத்தான் உள்ளது என்றாலும், மூலக்கூறுகள் இடம் பெயர்வதற்கு நிறைய அவகாசம் கிடைக்கிறது. இந்தச் சரிதல் எனும் நிகழ்ச்சி நேரத்தைப் பொறுத்தது. உலோகங் களில் இது எளிதில் நிகழாததற்கு (உலோக) அணுக்களை இடப்பெயர்ச்சி செய்வதற்கு ஆற்றல் அதிகம் தேவை என்பதே காரணமாகும்.

பலபடிச் சங்கிலிகள் நெகிழ்ந்து கொடுக்கும் தன்மை படைத்ததாக இருப்பதால், மாற்றங்கள் எளிதில் செயல்படு கின்றன. இயற்கை ரப்பர் 'சரிதல்' மிகுந்தது. இதைக் காலணிக்கு அடிப்பாகங்களாகப் பயன்படுத்துகையில் நாள டைவில் நீண்டுவிடுகிறது. இதற்கு 'நெகிழ்வுநிலைப் பாய்வு' (plastic flow) எனப் பெயர். இது அறைவெப்ப நிலையிலேயே நிகழும்.

அட்டவணை - 12

அட்டவணையில் உள்ள எண்கள் கீழ்க்கண்ட முறைகளையும், கலப்பு முறைகளையும் குறிக்கின்றன :

(1) குறுக்குப் பிணைப்பு முறை.

(2) படிகத்தன்மையேற்றம்.

(3) சங்கிலியை விறைப்பாக்கும் முறை.

1+2, 1+3, 2+3, 1+2+3 ஆகியவை கலப்பு முறைகள்.

விறைப் பூட்டும் முறை	விறைப்புத் தன்மை கூடுதலாக்கப்பட்ட பலபடிகள்
1.	ஸ்டைரீன் குறுக்குப் பிணைப்புகளைக் கொண்ட பல்எஸ்டர் ஃபீனலிக்
2.	பல்எதிலீன் நைலான்
3.	பல்இமைடுகள்; பல்ஸ்டைரீன்
1+2	செயற்கை ரப்பர்
1+3	ஈபாக்சி பிசின்
2+3	டெரிலீன்
1+2+3	இன்றுவரை இவ்வகைப் பலபடி தொகுக்கப் படவில்லை.

பதனிடப்பட்ட ரப்பரில் சரிதல் குறைவாகவே இருக்கும். இறுகவல்ல நெகிழிகளாலான அமைப்புகளில் சரிதல் பெரிய அளவில் நிகழ்வதில்லை.

பிளாஸ்டிக்குகளின் விறைப்புத்தன்மை வெப்ப நிலையை உயர்த்த உயர்த்தக் குறைந்து கொண்டே போகும். இறுகவல்ல நெகிழிகளில் ஓரளவு வரை குறைந்து பிறகு ஒரு சிறும நிலையில் (minimum) மேலும் மாறுபடாமல் நிற்கும். இளகவல்ல நெகிழிகளில் நீர்ம நிலையை எட்டும்வரை சரிந்துகொண்டே போய், நீர்மமான மறுகணமே மறைந்துவிடும்.

மேற்கூறிய இயந்திர வியல்புகளைத் தவிர தாக்குவலு, பரப்பின் கடினத் தன்மை (surface hardness) ஆகியவையும் முக்கியமானவையே.

மின்னியல்புகள்
(Electrical properties)

பிளாஸ்டிக்குகள் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில்லையாதலால், மின்சேமிப்புக்கான தேக்கிகள் (capacitors) பிளாஸ்டிக்குகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகின்றன. இரு மின்முனைகளுக்கிடையில் வெற்றிடத்தை உருவாக்கினுல் (அல்லது காற்றை நிரப்பினுல்), அவ்வமைப்பு ஓர் எளிமையான தேக்கியாகும். வெற்றிடத்துக்குப் பதிலாக ஏதாவது ஒரு மின்கடத்தாப் பொருளை இரு மின்முனைகளுக்கிடையில் செருகினுல் தேக்கு திறன் கூடியிருப்பதைக் காணலாம். தேக்கு திறன் (capacity) வெற்றிடத்தில் இருந்ததைப் போன்று எவ்வளவு மடங்கு உயர்ந்துள்ளது என்பதே அம் மின்கடத்தாப் பொருளின் மாறிலி (dielectric constant) எனப்படுவது.

தேக்கு திறன் கூடுவதற்கு மின்முனைகளும் (electrodes), அவற்றிடையே உள்ள மின்கடத்தாப் பொருளும் மின்தொடர்புகொண்டாக வேண்டும். அதாவது, அப்பொருள் ஓர் இரு முனையியாக (dipole) இருக்குமாயின், அதன் எதிர்மறைமுனை தேக்கியின் நேர்மின் முனையையும், நேர்மறைமுனை தேக்கியின் எதிர்மின் முனையையும், நோக்கியவாறு ஒழுங்குபடுத்தப்படும். இந்த இணைப்பொருமை (alignment)க்கு முனைகொள்ளல் (polarisation) எனப் பெயர். இவ்வியக்கத்தின் மூலம் தேக்கியினுள் பாயும் மின்சாரம் நடுநிலையாக்கப்பட்டு நிறுத்தப்படுகிறது. (மின்

கடத்தும் பொருளுக்கும் மின் கடத்தாப் பொருளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு இங்குத் தெளிவாகிறது. மின் கடத்தும் பொருளை இரு மின்முனைகளுக்குமிடையில் நிறுத்தினால் அதிலுள்ள அயனிகள் இடம் பெயர்ந்து மின்முனைகளில் நடுநிலையாக்கப் பட்டு வீழ்படிகின்றன.)

மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலி பிளாஸ்டிக்குகளிலேயே டெஃப்ளானுக்குத் (PTFE) தான் மிகக் குறைவு. ஏனெனில், அதன் முனைகொள்திறன் (polarisability) மிகக் குறைவு. எனினும், டெஃப்ளானும், பல்ஸ்டைரீனும் மின்காப்பீட்டில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் (இவை முனைவற்ற மூலக்கூறுகளாதலால்) மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணை (frequency) மாற்றினாலும் இவற்றின் தேக்கு திறன் மாறாமலிருப்பதுதான்.

மாறாக, PVC மூலக்கூறு முனைவுள்ளது. மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் கூடக்கூட இதன் தேக்கு திறன் குறைந்து கொண்டே போகும். ஏனெனில், கூடுதலான அதிர்வெண்ணில் செலுத்தப்படும் மின்சாரத்திற்கு ஈடாக இம் மூலக்கூறுகளால் இணைப்பொருமை காண முடிவதில்லை. விரைவில் ஒழுங்கு படுத்தப்பட முடியாத நிலையில் இவற்றின் தேக்கு திறன் சரிவதில் வியப்பில்லை.

முனைவுள்ள பிளாஸ்டிக்குகளில் (polar plastics) மற்றொரு தொல்லையுமுண்டு வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் தேக்கியிலுள்ள சீர்படுத்தப்பட்டுள்ள மூலக்கூறு வரிசை மறுபடி கலைக்கப்பட்டுத் தேக்குதிறன் குறையும்.

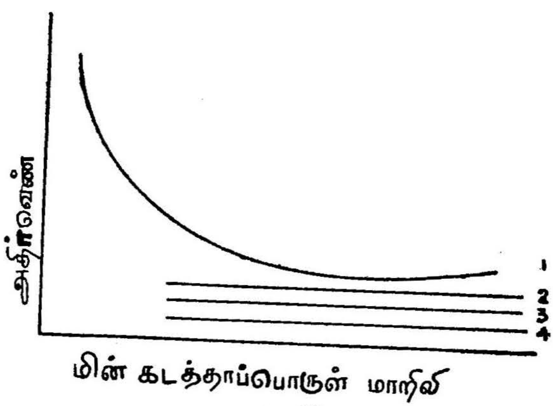
தேக்கிகளிலிருந்து பல வழிகளில் மின்சாரம் வெளியேறும் வாய்ப்பு உண்டு. அவற்றுள், மிகவும் சகஜமான முறை மின்சாரம் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டு விரயமாவதுதான். இம் மின் இழப்பு (dielectric loss) முனைவுள்ள பிளாஸ்டிக்குகளில் கூடுதலாகவும், முனைவற்ற பிளாஸ்டிக்குகளில் குறைந்தும் காணப்படும்.

மின்இழப்பு கூடுதலாக அமையப்பெற்ற பிளாஸ்டிக்குகள் :
PVC. டெரிலீன், பெர்ஸ்பெக்ஸ் நைலான்

மின்இழப்பு குறைந்து காணப்படும் பிளாஸ்டிக்குகள் :
டெஃப்ளான், பல்எதிலீன், பல்ஸ்டைரீன்

மின்கடத்தாப் பொருள் எந்த அளவுக்கு மின்சாரத்தைத் தேக்கிக் கொள்ளும்? ஓரளவுவரைதான். செலுத்தப்படும் மின் புலத்தின் அழுத்தத்தை அதிகரித்துக்கொண்டே போவதாக வைத்துக்கொள்வோம். ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தைத் தாண்டுகையில் அரிதிற் கடத்தியில் அதுவரை அரிதாயிருந்த கட்டில்லா எலெக்ட்ரான்கள் அலை அலையாக வெளிவந்து அப் பொருளை ஒரு கடத்தியாக்குகின்றன. அத்துடன் நிற்காமல், அப் பொருளை உருக்குகின்றன; கருகச் செய்கின்றன; ஆவியாக்குகின்றன. இவையெல்லாம் இந்த எலெக்ட்ரான் களின் மிகுதியான இயங்கு ஆற்றலால் (kinetic energy) நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகள். இதற்கு மின்கடத்தாப் பொருளின் நிலைகுலைவு (dielectric breakdown) எனப் பெயர். இது நடைபெறுவதற்குத் தேவைப்படும் குறைந்த பட்ச மின்னழுத்தத்திற்கு அப் பொருளின் மின்னெதிர் வலிமை (breakdown strength) எனப் பெயர்.

மேற்கூறிய நிலையில் அங்ககப் பொருள்களான பிளாஸ் டிக்குகள் மின்வில்லை (arc) உண்டு பண்ணுகின்றன. இதனால்,



படம் 32.

மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணும், பிளாஸ்டிக்கின் மின்னியல்பும்

1. பல்வைனைல் க்ளோரைடு 2. பல்எதிலீன்
3. டெஃப்ளான் 4. வெற்றிடம்.

மின்னல் வேகத்தில் கரித்தடம் (tracking) ஒன்று பிளாஸ்டிக் பரப்பின் மீது தோன்றும். இக் கரிக்கோடு உருவாவதற்குப்

பிளாஸ்டிக் மூலக்கூறுகளில் கார்பன் அணுக்கள் மலிந்திருப்பதே (abundant) காரணம். இக் கோடு மின்கடத்தியாதலால் பிளாஸ்டிக்கையும் கடத்தியாக மாற்றிவிடும். கார்பன் அணுக்களுக்கிடையில் நைட்ரஜன் அணுக்களைக்கொண்ட சங்கிலிகளாலான நைலான், அமிடு பிளாஸ்ட்டுகள் போன்றவற்றில் மின்வில் தடை கூடுதலாக உள்ளது. மின்னெதிர் வலிமை பிளாஸ்டிக் பரப்பின் ஈரம் உறிஞ்சும் தன்மையையும் பொறுத்தது.

மின்னியல்புகள் நிரப்பிகளினுல் பாதிக்கப்படுகின்றன அல்லது முன்னேற்றமடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மரத்தூளினுல் நிரப்பப்பட்ட ஃபீனுலிக் பிசின் 'மின்வில்லை' ஏற்படுத்தும். கண்ணுடி இழையால் வலுவூக்கப்பட்ட ஃபீனுலிக்கில் மின்வில் தோன்ருது.

ஒளி இயல்புகள்
(Optical properties)

உலோகத்தின்மீது புறஊதாக் கதிர்களைப் பாய்ச்சினுல் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவருகின்றன. பிளாஸ்டிக்குகள் கதிர்வீச்சினுல் வேறு விதமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன.

கதிர்வீச்சு இருவகைப்படும் :

(1) புறச்சிவப்பு, புறஊதாக் கதிர்கள், காமா கதிர், எக்ஸ் - கதிர் போன்ற மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுகள் (electromagnetic radiation).

(2) எலெக்ட்ரான், ப்ரோட்டான், ந்யூட்ரான் போன்ற துகள் கற்றை.

பிளாஸ்டிக்கினுலான நவீன மின்னியல் கருவிகள் ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சிற்குட்பட்ட சூழ்நிலையில் செயல்படும் நிர்ப்பந்தம் ஏற்படக் கூடும். ஒளியும் ஆற்றலின் ஒரு வகையாதலின், அதிர்வு மிகுந்த ஒளிக்கற்றையைப் பாய்ச்சுவதும் செம்மட்டியால் தாக்குவதும் கொள்கையளவில் ஒன்றுதான்.

கதிர்வீச்சினுல் குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஏற்படத் தேவையான ஆற்றல் கிடைக்குமாதலால், பிளாஸ்டிக்குகளை வலுவூக்கக் கதிர்வீச்சுப் பயனுகும். பல்எதிலீன் மூலக்கூறில் கிளைத் தொகுதிகளைக் கதிர்வீச்சின் மூலம் இணைக்கலாம். இம் முறையில் தயாராகும் பல்எதிலீன் படிக உருவற்றும், வெப்பம் தாங்கும்

ஆற்றல் மிகுந்தும் இருக்கின்றது. கதிர்வீச்சை மேலும் தீவிர மாக்கினால் பல்எதிலீன் நிலையிறக்கம் அடையும். டெஃப்ளான் போன்ற மற்ற நேர்ச் சங்கிலிகளான பலபடிகளும் கதிர்வீச்சில் சிதைகின்றன. பலபடிகள் சிறு சங்கிலிகளாவதால் பாகியல் குறைந்து நீர்மத்தன்மை கூடும். இவ்வினைவு பெர்ஸ்பெக்ஸில் விரைவாக நடக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேலான கதிர்வீச்சு எல்லாப் பிளாஸ்டிக்குகளையும் வலுவிழக்கச் செய் கிறது. இவ் வகையில் அலுமினியமும், கறைபடா எஃகுகளும் (stainless steels) பிளாஸ்டிக்குகளைவிடப் பன்மடங்கு சிறந்தவை. இவ் வேறுபாட்டினால்தான் அணு உலைகளில் பிளாஸ்டிக் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

பல்எதிலீன் போன்ற சில பிளாஸ்டிக்குகள் கதிர்வீச்சினால் மின் தடையைச் (resistivity) சிறிது சிறிதாக இழக்கின்றன. ஆனால், கதிர்வீச்சை அகற்றியவுடன் மீண்டும் மின் தடையைப் பெறுகின்றன. இந்த மின் தடை இழப்பு வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது. 20°C-ல் 10,000 மடங்கு குறைகிறது. 90°C-ல் 1/10 பங்குதான் குறைகிறது. பெர்ஸ்பெக்ஸ் கதிர்வீச்சினால் மின்காப்பீட்டுப் பண்பை எளிதில் இழக்கிறது. மைலார் (டெரிலீன்) படலம் மின்காப்பீடுகளில் கதிர்வீச்சை எதிர்த்து நிற்கும் பிளாஸ்டிக்குகளில் முதன்மையானது. சிலிக்கோன்கள் கதிர்வீச்சினால் வாயுக்களை வெளிவிடக் கூடியவை.

பிளாஸ்டிக் மின்காப்பீட்டு அமைப்புகளைக் கதிர்வீச்சிலிருந்து காப்பாற்ற பிசின் உற்பத்தியின்போதே சில பொருள்களைக் கலந்துவிடலாம். இப் பொருள்கள் கதிர்வீச்சினால் பிளாஸ்டிக் பரப்பில் தோன்றும் தனித்தியங்கு உறுப்புகளுடன் வினைபட்டுப் பிளாஸ்டிக்கின் சிதைவைத் தடுத்து நிறுத்துகின்றன.

ஆற்றல் மிகுந்த லேசர் (laser) எனும் ஒளிக் கற்றையைப் பற்றித் தற்கால அறிவியலில் அடிக்கடி கேள்விப்படுகிறோம். இந்த ஒளிக் கற்றை உலோகவியலில் குறிப்பிட்ட பாகங்களைச் சூடாக்கப் பயனுகின்றது. அறுவை மருத்துவத்திலும் சிறந்த பயன்களைக்கொண்ட லேசர் கற்றையைத் தயாரிக்கவென கெம்புக்கல் (Ruby) உபயோகிக்கப்பட்டு வந்தது. தற்போது சில அருமண் உலோகங்களுடன் (Rare earth metals) சில பிளாஸ்டிக் பிசின்களைக் கலந்து, அக் கலவையைக் கெம்புக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம் எனக் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

வேதியியற் சோதனைகள்
(Chemical Testing)

பொதுவாக நாம் கடையில் காணும் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழியின் வகையைச் சேர்ந்ததா அல்லது இறுகவல்ல நெகிழி வகையைச் சேர்ந்ததா என்று ஓரளவு கூறலாம். குறிப்பாக, பிளாஸ்டிக் வாளிகள், பிளாஸ்டிக் கூடைகள் போன்றன வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகள் ஆகும். ஆனால், குறிப்பிட்ட பிளாஸ்டிக் பொருள் பல்எதலீனால் ஆனதா, பல்ப்ரொப்பிலீனால் ஆனதா, ஃபீனலிக்ஸால் ஆனதா அல்லது இவற்றைப் போன்ற நெகிழிகளில் எதைக் கொண்டு கொடுக்கப்பட்டுள்ள பொருள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது என வரையறுத்துப் பார்த்த மாத்திரத்திலே கூறுவது எளிதல்ல. இருப்பினும், குறிப்பிட்ட சில சோதனைகள் மூலம் என்ன பிளாஸ்டிக் பொருள் நம் கையில் உள்ளது என்று கண்டுபிடித்துவிடலாம். இச் சோதனைகளைச் செய்வதிலும் சில சங்கடங்கள் நம்மை எதிர்நோக்குகின்றன. இவற்றிற்குத் தீர்வு காணுவதும் எளிதான செயல் அல்ல. ஏனெனில், அடிப்படைப் பிசினே சிக்கலான மூலக்கூறுகும் மேலும், பிசினுக்குத் தேவையான, விருப்பத்தக்க இயல்புகளைப் பெறச் செய்யவும், அதனை எளிதில் செயல்முறையாக்கவும் கலக்கப்படும் கலவைப் பொருள்களான மென்மையூட்டிகள், நிரப்பிகள், சாயப் பொருள்கள் போன்றன சிக்கலை மேலும் அதிகப்படுத்தவே உதவுகின்றன. இருப்பினும், மிக்க கவனத்துடன் குறிப்பிட்ட சில சோதனைகளைச் செய்து பல்வேறு பிளாஸ்டிக்குகளை எளிதில் பிரித்தறியலாம். இத் தலைப்பின் கீழ்ச் சில முக்கியமான வேதியியற் சோதனைகள் மட்டுமே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. பிளாஸ்டிக் பகுப்புக்கு (analysis உதவும் இயற்பியல் சோதனைகளைபபற்றி பிளாஸ்டிக்கின் தன்மைகள் என்ற இவ் வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் விரிவாகக் கண்டோம்.

பொதுவாக பிளாஸ்டிக்கின் வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் அதன் முக்கியத்துவத்திற்கு ஓர் ஏற்றம் அளிக்கிறது. ஆனால், இதே வேதியியற் எதிர்ப்புத்திறன் பிளாஸ்டிக்குகளின் பகுப்புக்கு ஊறு விளைவிக்கிறது. இருப்பினும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சோதனை மூலம் கொடுக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் என்ன வகையைச் சேர்ந்தது, அது என்ன பிளாஸ்டிக்காக இருக்கும் என்று கண்டுபிடிப்பது ஓரளவு எளிது. சில ஆண்டுகளுக்குமுன் வரை, ஒரு கத்தி, ஒரு தீப்பெட்டி இவற்றின் துணைகொண்டே என்ன பிளாஸ்டிக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது என மிக எளிதில்

கண்டறியலாம். ஆனால், இன்று நிலையே வேறு. அதன் காரணம், பிளாஸ்டிக் தொழிலின் வியத்தகு வளர்ச்சியும், அதன் விளைவாக ஒவ்வொரு நாளும் அறிமுகம் பெறும் புதுப்புது பிளாஸ்டிக்குகளுமே யாகும்.

வேதியியற் சோதனைகளைக்கொண்டு பிளாஸ்டிக்குகளைப் பிரித்தறிய முற்படுமுன், இவற்றின் தோற்றம், நிறம், இவற்றின் பயன் போன்றவற்றை அறிந்து கொள்வது நன்மை பயக்கும். மேலும், எத்தகைய செயல்முறை மூலம் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன என்று அறிவதும், பிளாஸ்டிக்குகளைப் பிரித்தறியும் முயற்சிக்குத் துணைபுரியும்.

ஒரிரு பிளாஸ்டிக்குகளைத்தவிர மற்ற எல்லாவற்றையும் தேவையான வண்ண மேற்றலாம். கொடுக்கப்பட்டுள்ள பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல வகையைச் சேர்ந்து, அதன் நிறம் கறுப்பாகவோ அல்லது பழுப்பாகவோ காணப் பட்டால், அது ஃபீனாலிக்கைத்தவிர மற்ற எந்த தெர்மோ செட்டிங் பிளாஸ்டிக்காகவும் இருக்கமுடியாது என்றே கூறலாம். பிளாஸ்டிக்கில் வெளிர் நீலநிறம் திட்டுத்திட்டாகக் (mottled) காணப்பட்டால், அது பெரும்பாலும் டெஃப்ளானாகத் (Teflon) தான் இருக்கும். சிறந்த ஒளிபுகும் தன்மைகொண்ட பிளாஸ்டிக், வெப்பத்தால் இளகவல்ல வகையைச் சேர்ந்த பல்ஸ்டைரீன், பல்மெதில் மெத் அக்ரைலேட், பல்கார்பனேட் அல்லது வெப்பத்தால் இறுகவல்ல வகையைச் சேர்ந்த அமினோ பிளாஸ்டிக்காக இருக்கலாம். பிளாஸ்டிக்கின் செயல்முறை, அதன் பகுப்புக்கு எந்த அளக்குத் துணைபுரிகிறது என்பதை ஒரு சான்றுடன் விளக்கலாம். குறிப்பிட்ட ஒரு பொருள் பீச்சி வார்த்தல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்டிருந்தால், அது நிச்சயம் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டாக இருக்கமுடியாது. ஏனெனில், செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டைப் பீச்சி வார்க்கமுடியாது என்று செல்லுலோஸ் பிளாஸ்டிக்குகள் என்ற அத்தியாயத்தில் கண்டோம்.

மேலும், வெப்பத்தின் மூலம் எவ்வாறு வெப்பத்தால் இறுக வல்ல நெகிழிகளையும், வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழிகளையும் பிரித்தறியலாமோ, அதே போன்று ஒரு கத்தியின் துணை கொண்டும் இவற்றைப் பிரித்தறிய முடியும். தெர்மோ பிளாஸ்டிக் எளிதில் வெட்டுப்படும். ஆனால், வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழியை வெட்டும்போது அது செதில் செதிலாகப் பெயர்ந்து வந்து விடும். பல்ஸ்டைரீன் துண்டு ஒன்றைக்

கீழேபோட்டால் 'ணங்' என்ற உலோக ஒலி கிளம்பும். பல் ஒலிஃபீன்கள் நீரில் மிதக்கும்.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள பல்வேறு அம்சங்களைக்கொண்டு, கொடுக்கப்பட்டுள்ளது என்ன பிளாஸ்டிக் என்று எவ்வாறு கண்டறியலாம் என்று பார்ப்போம். நாம் கடையில் வாங்கிய சீசாவின் திருகுமூடி பிளாஸ்டிக் என்று கொள்வோம். முதலில் இது வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழியா அல்லது இளகவல்ல நெகிழியா எனக் கண்டறிய, இதைக் கத்தியால் வெட்ட, இது எளிதில் வெட்டுப்பட்டால் வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழி யெனப் புலப்படும். வெட்டும்போது செதில்கள் தோன்று மாயின் இது வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழியாகும். இதனை உறுதிப்படுத்த மேலும் ஒரு சோதனை உள்ளது. சீசாமூடி வார்ப்பாகத்தான் இருக்க முடியும். மூடியின் மேற்பரப்பில் பீச்சிவார்த்தல் முறையில் தோன்றும் நுழைவாய்க் (gate) குறி தென்பட்டால் அது இளகவல்ல பிளாஸ்டிக். ஏனெனில், பீச்சிவார்த்தல்முறை தெர்மோ பிளாஸ்டிக்குக்கு மட்டுமே உரித் தானது. பிளாஸ்டிக் மூடி கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்துடன் கூடிய வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்காக இருப்பின் அது ஃபீனலிக்காக இருக்கும். ஒரு வேளை கறுப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்தைத் தவிர வெள்ளையாகவோ அல்லது வேறு எந்த நிறத்துடனோ காணப்பட்டால், அது ஃபீனலிக்காக இல்லாமல் யூரியா. ஃபார்மால்டி ஹைடாகவோ அல்லது மெலமின் ஃபார்மால்டி ஹைடாகவோ இருக்கலாம். MF-ன் உயர்ந்த விலை காரணமாகப் பிளாஸ்டிக் மூடி UF ஆல்தான் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

சீசா மூடி இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்காக இருந்தால், அதுவும் நிறத்துடன் கூடியிருந்தால் ஒரு செல்லுலோஸ் அசட்டேட்டாக அல்லது ஒரு பல் ஒலிஃபீன்களாக அல்லது ஒரு பல்ஸ்டைரீனாகத் தான் அது இருக்க முடியும். சீசா மூடியைக் கீழே போட, உலோக ஒலி கிளம்பினால் அது ஒரு பல்ஸ்டைரீன் பிளாஸ்டிக். உலோக ஒலி கிளம்பவில்லையென்றால், பிளாஸ்டிக் மூடியைத் தண்ணீரில் போட்டு பார்க்க, அது மிதந்தால் பல்ஒலிஃபீனால் செய்யப்பட்ட மூடியாகும் அது. மிதக்காமல் மூழ்கினால் அது செல்லுலோஸ் அசட்டேட் பிளாஸ்டிக் எனத் தெளிவாகும். பல்ஒலிஃபீன்களால் செய்யப்பட்ட மூடியாக இருப்பின் அது பல்ப்ரொப்பிலீனால் ஆனதா அல்லது உயர்வடர்த்தி பல்எதிலீனா லானதா அல்லது குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீனாலானதா எனப் பிரித்தறிய மிகவும் எளிய சோதனை ஒன்றை மேற்கொள்ள

லாம். மூடியின் மேற்பரப்பில் நகத்தால் கீற, பளபளப்பு மிகுந்த அப் புறப்பரப்பில் கீறல்கள் ஏற்படவில்லை என்றால் அது பல்ப்ரொப்பிலீன். உயர்வடர்த்திப் பல்எதிலீனில் கீறல்கள் தோன்றும். இருப்பினும் அதன் புறப்பரப்பு பளபளப்புடன் காணப்படும். பளபளப்பற்ற குறைவடர்த்திப் பல்எதிலீனின் புறப்பரப்பில் கீறல்கள் தோன்றும்.

தொடக்கத்தில் இவ்வாறு மேற்கொண்ட பகுப்பிற்குப்பின் பிளாஸ்டிக்கைத் தீச்சுடரில் காட்டி அது எரிகிறதா அல்லது தீப்பற்றிக்கொண்டபின், சுடரை அகற்ற அதுவும் அணைந்து விடுகிறதா அல்லது தீப்பற்றிக்கொள்ளவே மறுக்கிறதா என்றெல்லாம் சோதனைகள் செய்து, கொடுக்கப்பட்டுள்ளது என்ன பிளாஸ்டிக் என்று உறுதியாகக்கூற ஓரளவு முடியும். பிளாஸ்டிக் தீப்பற்றி எரியும்போது, அது என்ன நிறத்தில் எரிகிறது, அதிலிருந்து வெளிப்படும் புகையின் நாற்றமென்ன என்றறிவது மிகவும் அவசியம்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள பிளாஸ்டிக் தீச்சுடரில் எரியவில்லை என்று கொள்வோம். சுடரின் காரணமாகப் பிளாஸ்டிக்கில் வடிவக் குலைவு ஏற்பட்டால், அது PVC அல்லது ஃப்ளூரோ கார்பன் பலபடி போன்ற வெப்பத்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக்காக இருக்கும். ப்ளூரோ கார்பன் பலபடியிலிருந்து வெளி வரும் வாயுக்கள் நச்சுத்தன்மை மிக்கவை. மேலும் சுடரில் காட்டிய பின்பு மீந்துள்ள ஃப்ளூரோ கார்பன் பலபடியை ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம் போன்றன தாக்க இயலா. சுடரில் காட்டப்பட்ட PVC-யிலிருந்து ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு வாயு வெளிவரும். சுடரிலும் எரியாமல், பிளாஸ்டிக்கில் வடிவக் குலைவும் அறவே ஏற்பட வில்லையென்றால், எடுத்துக்கொண்ட பிளாஸ்டிக் வெப்பத்தால் இறுகவல்ல வகையைச் சேர்ந்ததாகும் குறிப்பாகக் கனிம நிரப்பிகளைக் கொண்ட வெப்பத்தால் இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளே நெருப்பில் எரியா. மேலும் அவற்றில் வடிவக்குலைவும் ஏற்படாது. சுடரில் காட்டும்போது ஃபீனலிக்சிலிருந்து ஃபீனல் வாசனையுடன் கூடிய வாயு வெளிக் கிளம்பும். MF-லிருந்து மீன் நாற்றத்துடன் கூடிய வாயு வெளிவரும்.

கொடுக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் தீச்சுடரில் எரியும் தன்மை பெற்று, சுடரைப் பிளாஸ்டிக்கிலிருந்து அகற்றியவுடன், அதுவும் அணைந்துவிட்டால், அது PVC யாக இருக்கலாம். அல்லது கரிம நிரப்பிகளைக் கொண்ட ஃபீனலிக்ஸ் போன்ற வெப்பத்தால் இறுகவல்ல நெகிழியாகவும் இருக்கலாம். நைலான் நீலநிறச்

சுடருடன் எரியும். மேலும், நைலான் எரியும்போது, அது உருகிக் கீழே சொட்டும் தன்மையுடையது. சுடரில் எரியும் போது நைலானிலிருந்து, தலைமுடி, கம்பளி போன்றவை பொசுங்கும் வாடை கிளம்பும். தீச்சுடரை அகற்றிய பின்பும், எரியவல்ல பிளாஸ்டிக்குகளைப் பற்றி இனி பார்ப்போம். பிளாஸ்டிக் வெண்சுடருடன் எரிந்தால் அது பெரும்பாலும் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டாகத்தான் இருக்கும். அக்ரைலிக்ஸ் பழவாசனையுடன் கூடிய நீலச்சுடருடன் எரியும். மெழுகுவர்த்தி எரியும்போது தோன்றும் நாற்றத்துடன் பல்ஓலிஃபீன்களான பல்ப்ரொப்பிலீன், பல்எதிலீன் போன்றன எரியும். கரிப்புகை யுடன் கூடிய மஞ்சள் நிறச்சுடரைப் பல்ஸ்டைரீன் கொடுக்கும்.

பொதுவாக பல்வேறு பிளாஸ்டிக்குகள் சுடரில் அவற்றை நுழைக்கும் போதும், அவற்றைக் கத்தியால் வெட்டும்போதும் எவ்வாறு நடந்துகொள்ளுகின்றன என்பதைப் பொறுத்து, அவற்றை அட்டவணை 13-ல் காட்டியபடி பிரித்தறியலாம்.

மேலே குறிப்பிட்ட சோதனைகளைத் தவிர ஒவ்வொரு பிளாஸ்டிக்குக்கும் குறித்த ஓரிரு சோதனைகள் உள்ளன. இருப் பினும், இச் சோதனைகளை உறுதிச் சோதனைகள் என்று கருத முடியாது. ஏனெனில், குறித்த பிளாஸ்டிக்குக்கு மட்டுமின்றி வேறு சில சேர்மங்களுக்கும் இச் சோதனைகள் பொருந்தும். சான்றாகச் சொன்னால் ஃபீனால்ஃபார்மால்டிஹைடு பலபடிக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள உறுதிச் சோதனை புரதங்களுக்கும் பொருந்தும். எனவேதான் இத்தகைய சோதனைகள் இங்கு இடம்பெறவில்லை.

மேற்கண்ட சோதனைகளைச் செய்துமுடித்தபின்பும், சந்தேகம் நீடித்தால், கொடுக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கில் என்னென்ன தனிமங்கள் உள்ளன என்று சோதனை செய்து, சந்தேகத்தைப் போக்கலாம். இம் முறையை ஒரு சான்றுடன் விளக்க, கொடுக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் டெஃப்ளான் எனக்கொள்வோம். எல்லாவிதச் சோதனைகளையும் செய்தபின்னர், அது டெஃப்ளா னாகத்தான் இருக்கமுடியும் என்ற முடிவுக்கு வந்தாலும் இதனை மேலுக் உறுதிப்படுத்த இச் சோதனையைச் செய்யலாம். டெஃப்ளானில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஃப்ளூரின் என்ற மூன்று தனிமங்கள்தான் உள்ளன. பலபடி கரிமச் சேர்மமாதலால் கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய இரண்டு தனிமங்களைச் சோதனை செய்யவேண்டாம் என்று கூறத் தேவையே இல்லை. எனவே, இப் பிளாஸ்டிக்கில் ஃப்ளூரின் தனிமம் உள்ளது என நிருபித்து

அட்டவணை-13.

பிளாஸ்டிக் துண்டு ஒன்றைக் கத்தியால் வெட்டவும்.

- **வெட்டும்போது, செதில்கள் விழுகின்றன. எனவே இது தெர்மோ-சட் வகையைச் சேர்ந்தது.**
  - **தீச்சுடரில் காட்டவும் பிளாஸ்டிக்கிலிருந்து வெளி வரும் நாற்றம் என்னவெனப் பிரித்தறியவும்**
    - கார்பாலிக் அமில நாற்றம் வெளிப்படுகிறது மேலும் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பிளாஸ்டிக் துண்டின் நிறம் கறுப்பு, அல்லது பழுப்பாக உள்ளது.
      - எனவே இது ஃபீனல் ஃபார்மால்டிஹைடு பிளாஸ்டிக்.
      - சுடரில் எரியும் தன்மையும், சுடரை அகற்ற பிளாஸ்டிக் அணைந்து விடும் தன்மையும் பெற்றுள்ளது. இதிலிருந்து காட்டமான நாற்றம் வெளிவருகிறது. மேலும், பிளாஸ்டிக்கின் வண்ணமும் ஆழமற்றுக் காணப்படுகிறது.
        - ஈபாக்ஸைடு பிசின்.
    - மீன் நாற்றம் வெளிப்படுகிறது வெண்மை அல்லது பல்வேறு வண்ணத்தில் காணப்படுகிறது இப்பிளாஸ்டிக்.
      - இதனை நகத்தால் கீறவும்
        - கீறல்கள் தென்படுகின்றன. யூரியா-ஃபார்மால்டிஹைடு பிளாஸ்டிக்
        - கீறல்கள் ஏற்படுவதில்லை. மெலமின்-ஃபார்மால்டிஹைடு பிளாஸ்டிக்
- **மென்மையாக எளிதில் வெட்டப்படுகிறது (மேலும், இது உயர் வெப்பத்தில் உருகும்) எனவே தெர்மோ பிளாஸ்டிக் வகையைச் சேர்ந்தது.**
  - **பிளாஸ்டிக் துண்டைக் கீழே போடவும்.**
    - 'ணங்' என்ற உலோக ஒலி எழும்பும் பல்ஸ்டைரீன் பேஜுப் தீச்சுடரில் கரிப் புகையைக் கக்குகிறது.
    - **உலோக ஒலி எழும்பவில்லை எனவே, பல்ஸ்டைரீன் அல்ல. துண்டை நீரில் போடவும்.**
      - பிளாஸ்டிக் துண்டு நீரில் மிதக்கிறது. எனவே, பலஒலிஃபீன்கள் பளபளப்புமிக்க பிளாஸ்டிக் துண்டில் மேற்பரப்பை நகத்தால கீற கீறல்கள் ஏற்படுவதில்லை. பல்ப்ரொப்பிலீன்.
        - பளபளப்புள்ள மேற்பரப்பில் கீறல்கள் தென்பட்டால் அது உயர் அடர்த்தி பல்எதிலீனாகும்
        - பளபளப்பற்ற புறப்பரப்பில் எளிதில் கீறல்கள் உண்டாகுமானால் அது குறைவடர்த்தி பல்எதிலீனாகும்.
      - துண்டு நீரில் மிதக்காமல், மூழ்கினால் கொடுக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் பல்ஒலிஃபீன்கள் அல்ல, தீச்சுடரில் பிளாஸ்டிக் துண்டை நுழைக்கவும்.
        - பிளாஸ்டிக் தெளிவான சுடருடன் எரிகிறது. சுடரை அணைக்கவும்.
          - சுடரை அணைத்ததும் பழவாசனையுடன் கூடிய புகை மேலே எழும்பும் அக்ரைலிகஸ் பிளாஸ்டிக்குகள்.
          - பேப்பர் எரியும்போது தோன்றும் வாசனையுடன் கூடிய புகை கிடைக்கிறது.
            - செல்லுலோஸ அசட்டேட்.
        - பிளாஸ்டிக் எரியும்போது தீச்சுடரை அகற்ற, பிளாஸ்டிக்கும் அணைந்து விடுகிறது.
          - சுடர் பச்சை நிறமுடையது. சுடரை அணைத்து, வெளிவரும் புகையின் நாற்றத்தை அறியவும்
            - காட்டமான நாற்றத்துடன் கூடிய மீந்துள்ள பிளாஸ்டிக் மிருதுவாக உள்ளது. மென்மையூட்டப்பட்ட PVC.
            - காட்டமான வாசனையைத் தரும் மீந்துள்ள பிளாஸ்டிக் கரடுமுரடாகக் காணப்படுகிறது மென்மையூட்டப்படாத PVC.
          - சுடர் மஞ்சள் நிறமாக உள்ளது. சுடரை அணையச் செய்து வெளித்தோன்றும்புகையின நாற்றத்தின் தன்மையை அறியவும.
            - ஃபார்மால்டிஹைடு நாற்றம்— பல்அசட்டால்.
            - எளிதில் கண்டறிய முடியாத பல வகையான நாற்றமுடைய சூடான பிளாஸ்டிக் துண்டில் உலோகக்கம்பியில் குத்தி, கம்பியை வெளியே எடுக்க பிளாஸ்டிக் இழை கிடைக்கிறது. நைலான்.
          - சுடர் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் சிதையத் தொடங்கும். சிதைவுக்குப்பின் பிளாஸ்டிக்கில் 'செல்' அமைப்புக் (cellular structure) காணப்படுகிறது. பல்கார்பனேட்

விட்டால், கொடுக்கப்பட்டுள்ளது டெஃப்ளான்தான் என நிருபணமாகிவிடும். இதே போன்று நைலானில் நைட்ரஜன், PVC-ல் க்ளோரின் போன்ற தனிமங்கள் காணப்படுவதை உரிய சோதனைகள் மூலம் நிரூபிக்கலாம். கரிமச் சேர்மங்களின் பகுப்பிற்கு அடிப்படையாகத் திகழும் லாசைனி (Lassigne) சோதனையைக்கொண்டே பிளாஸ்டிக்கில் உள்ள தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன.

ஒரு பட்டாணி அளவு சோடியத்தைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு, அதைச் சிறிது வெப்பமூட்டி சோடியத்தை உருக்கிக்கொள்ள வேண்டும். பின்பு இதில் ஒரு சிறிய பிளாஸ்டிக் துண்டு ஒன்றைப்போட வினை மிகத் தீவிரமாக நடக்கும். வினையின் தீவிரம் குறைந்த பின்பு, சோதனைக் குழாயை நன்கு பழுக்கக் காய்ச்சி, சிறிதளவு நீர் உள்ள சைனக்குவளை ஒன்றில் நுழைக்க வேண்டும். சோதனைக்குழாய் உடைந்து, சோதனைக் குழாயில் உள்ள வினைபொருள்கள் நீரில் கலக்கின்றன. பிறகு இக்கலவையை நன்கு கொதிக்கச் செய்து, அதன்பின் வடிகட்டி, கிடைக்கும் வடி நீரிலிருந்து கீழ்க்கண்ட சோதனைகளைச் செய்யவேண்டும்.

(1) சிறிதளவு வடிநீரில் புதியதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட அயச சல்பேட் (Ferrous sulphate) கரைசலைச் சேர்த்து, கொஞ்ச நேரம் சூடேற்றியபின் குளிரச்செய்து, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையும், ஒரு துளி ஃபெர்ரிக் க்ளோரைடையும் (Ferric chloride) சேர்க்க வேண்டும். நீலநிற வீழ்படிவு அல்லது நீல நிற அல்லது பச்சைநிறக் கரைசல், நைட்ரஜன் பிளாஸ்டிக்கில் இருப்பதை உறுதிப்படுத்தும்.

(2) க்ளோரின், ப்ரோமின் (Bromine) போன்ற உப்பீனிகளைக் கண்டுபிடிக்க வடிநீரின் ஒரு பங்கை நைட்ரிக் அமிலத்துடன் கலந்து கொதிக்க வைத்தபின் கொஞ்சம் சில்வர் நைட்ரேட் (Silver nitrate) கரைசலைச் சேர்க்க வேண்டும். அதிக அளவு அம்மோனியாவில் கரையவல்ல வெண்மைநிற வீழ்படிவு கிடைத்தால், அது பிளாஸ்டிக்கில் காணப்படும் க்ளோரினைச் சுட்டிக் காட்டும். அதிக அளவு அம்மோனியாவிலும் எளிதில் கரைய இயலாத மஞ்சள்நிற வீழ்படிவு ப்ரோமைடைக் குறிக்கும்.

(3) 0·1% ஜிர்க்கோனியம் நைட்ரேட் (Zirconium nitrate) கரைசலையும், 0·1% அலிசரின் S (alizarin S) கரைசலையும் கலந்து, வடிக்கட்டும் தாளின் துண்டு ஒன்றை இக் கலவையில் நனைத்து, பின்பு உலர்த்தி, மீண்டும் இதை 50% அசட்டிக் அமிலத்தில்

நனைத்து, பின்னர் வடிநீரின் ஒரு பங்கில் ஹைட்ரோ க்ளோரிக் அமிலம் கலந்து, வடி நீரை நடுநிலைக்குக் கொண்டுவந்து. இவ்வடிநீரில் ஒரு துளியை, மேலே தயாரிக்கப்பட்ட வடிதாள் துண்டில் வைத்தால் அதன் நிறம் சிவப்பிலிருந்து மஞ்சளாக மாறும். இச் சோதனை பலபடியில் ஃப்ளுரின் தனிமம் இருப்பதை உறுதி செய்யும்.

23. பிளாஸ்டிக்கின் எழுச்சியும் எதிர்காலமும்

தினந்தோறும் நூற்றுக்கணக்கான புதுவகைப் பொருள்கள் உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலுமுள்ள ஆய்வுக் கூடங்களிலிருந்தும் ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலிருந்தும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வெளிவந்த வண்ணமாக இருக்கின்றன. வளையும் கண்ணாடி, மிக நெகிழும் உலோகம், மின்கடத்தும் பிளாஸ்டிக் என்று இதுவரை நாம் கேட்டிராத தன்மைக்கலப்புகள் பொருளியலில் (materials science) ஒரு புதுமையை ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கின்றன. இப் புதுமைப் பொருள்களில் சில 3500 ஆண்டுகளாகப் பூமியில் அதிக அளவு பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கும் இரும்பின் தகுநிலையை குறைக்கத் தொடங்கியுள்ளன. தொழில் நுட்பத்தில் நாளுக்கு நாள் தேவைகள் அதிகமாகி வருகின்றன. ஒரு தன்மையில் உயர்ந்த ஒரு பொருள் மற்றொரு தன்மையைப் பொறுத்தவரைப் பரிதாபகரமானதாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, தங்கம் கனமானது. எளிதில் அரிக்கப்படாதது. ஆனாலும், எளிதில் தேய்ந்துவிடக் கூடியது. தாமிரம் கலந்து கடினமாக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. இருவேறு பொருள்களின் சிறப்பியல்புகளை ஒருங்கே பெறுவதற்கு அவ்விரு பொருள்களையும் ஏதாவது ஒருவகையில் இணைத்துத் தன்மைக்கலப்பிற்கு வழி செய்தல் வேண்டும்.

'விண்வெளியில் உலவ இயலும் என்று இயற்பியலார் முடிவாகக் கூறியதும், அந்தப் பரிசோதனைக்கான பொருள்கள் எத்தகைய தன்மைகள் பொருந்தியனவாக இருத்தல்வேண்டும் என்று ஆய்வு நடத்தவேண்டி வந்தது. விண்வெளியில் பறப்பதும், நிலவுக்கு மனிதனை அனுப்புவதும் மகத்தான சாதனை என்ற காரணத்தால் அதை விரைவில் நிகழ்த்த வேண்டும் என்ற துடிப்பு அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளுக்கும் ரஷ்ய

விஞ்ஞானிகளுக்கும் ஏற்பட்டது. இது பெரிய அளவில் மிகுந்த செலவில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தவேண்டிய தேவையில் கொண்டு விட்டது. இந்த ஆராய்ச்சிகளின் பலனுல்தான் நாளொரு பொருளும் பொழுதொரு புதுமையுமாகப் பொருளியல் துறை வளர்ச்சியுற்றது. ஆனுலும், பொருளியலில் நாம் இலக்கை எட்டிவிட்டோம் எனப் பெருமிதம் அடையக்கூடாது. நம் இறுதியான குறிக்கோள் கீழ்க்கண்ட விதத்தில் இருக்க வேண்டும். எந்த ஒரு தேவைக்கும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய பொருள் எத்தகைய தன்மைகள் பெற்றிருத்தல் வேண்டும் என்று நாம் தீர்மானிக்கிருேமோ, அந்த உகந்த தன்மைகள் கச்சிதமாகப் பொருந்திய ஒரு பொருளை அணுக்களிலோ மூலக்கூறுகளிலோ தொடங்கி ஆக்க வழியில் உருவாக்க இயலுதல் வேண்டும். இந்த இலக்கை அடைந்துவிட்டால், ஒரு புதுவகைப் பொறியியல் துறையைத் துவக்கியவர்களாவோம். அதற்கு "மூலக்கூறுப் பொறியியல்" (molecular engineering) என்று பெயரிடலாம். இதில் முதலடி இப்பொழுதே நாம் எடுத்து வைத்துவிட்டதாகக் கொள்ளலாம். கீழ்க்கண்ட முன்னேற்றங்கள் இதற்குச் சான்று கூறுகின்றன.

உலோகங்களுக்கு உலோகமல்லாத பூச்சுகள் (பிளாஸ்டிக், ரப்பர் பூச்சுகள்), அதே போன்று ரப்பர், பிளாஸ்டிக் ஆகிய பொருள்களின் பரப்பிற்கு உலோகப் பூச்சு (metalizing) அளித்தல் ஆகியவை அண்மைக்கால முன்னேற்றங்கள்.

உலோகங்களையும் பீங்கான் வகையைச் சேர்ந்த செரமிக் (ceramic) பொருள்களையும் ஒருங்கிணைத்து 'செர்மெட்' (cermet) எனும் வலுவும் விறைப்பும் மிகுந்த கலவைகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரே படிகத்தாலான (single crystal) வலுமிக்க இழைகளாக உலோகங்களைத் தயாரித்துள்ளனர்.

சுருங்கக்கூறின், மணலையும் கரியையும் கயிருகத் திரிக்கு மளவிற்கு (சுத்தமான மணலான சிலிக்காவையும், கார்பனின் ஒரு புறவேற்றுமையான க்ராஃபைட்டையும் இழைகளாக நூற்கலாம்.) முன்னேறியுள்ளோம்.

பொருளியலில் இனி முன்னேற்றம் காண வேண்டுமெனில், அது உலோகவியலிலோ, செரமிக் பொருள்களின் இயல்பிலோ இருக்கமுடியாது. !ஏனெனில், உலோகங்களைப்பற்றித் தீவிர ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி ஒவ்வோர் உலோகத்தின் குறைகளையும்

வரையறுத்துள்ளனர். இனி, கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டிய உலோகங்களும் இல்லை. செரமிக்குகள் முக்கியமாக சிலிக்காவை ஆதாரமாகக் கொண்டவையாதலால் ரகங்கள் அதிகம் இல்லை. பிளாஸ்டிக்குகளை எண்ணிலடங்கா ரகங்களில் உருவாக்கப் பின்வரும் வழிமுறைகள் உதவுகின்றன:

(1) பலபடியாக்கலைத் தக்க அளவுக்கு நிகழ்த்தி மூலக்கூறு எடையை நம் விருப்பத்திற்கேற்ப அமைக்கலாம். இதனால் விளையும் பலபடியை நீர்மமாகவோ, க்ரீசாகவோ (grease), ரப்பராகவோ, பிசினாகவோ நம் தேவைக்கேற்பத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். (எடுத்துக்காட்டு : சிலிக்கோன்).

(2) குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் புகுத்துகையில் வினையைக் கட்டுக்குள் வைத்திருந்தால் இளகவல்ல பிளாஸ்டிக், நீட்சி நெகிழி (elastomer), இறுகவல்ல பிளாஸ்டிக் இம் மூன்றில் எந்த ஒன்றையும் பெறலாம்.

(3) இணைப் பலபடியாக்கல் மூலம் தன்மைக்கலப்பை (blending of properties) ஏற்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்டைரீனையும் ப்யூட்டாடையீனையும் இணைப் பலபடியாக்கித் தயாரிக்கப்படும் செயற்கை ரப்பரில் பல்ஸ்டைரீனிலும், பல்ப்யூட்டாடையீனிலும் உள்ள நல்ல தன்மைகள் யாவும் இடம் பெறுகின்றன.

(4) வினைப்படும் ஒருபடியில் சிறு மாற்றங்கள் செய்து முற்றிலும் புதிய பிளாஸ்டிக்குகளைப் பெறலாம். எடுத்துக் காட்டாக, பல்எஸ்டர்களுக்கு மூலப்பொருள்களான அமிலங் களிலும், ஆல்கஹால்களிலும் தொகுதிகளைச் சிறு மாற்றத் திற்குட்படுத்தினால் உருவாகும் பலபடியின் தன்மை மட்டு மன்றி, பயனும் பெருமளவு மாறுகின்றது என்பதை முன்பே கண்டோம்.

(5) வேதியியலில் தொகுதிகளுக்குத்தான் மதிப்பு. அதாவது, ஒரு பொருளின் மூலக்கூறில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதி இடம் பெற்றால், அதன் தன்மைகளில் சிலவற்றிற்காவது அத் தொகுதி காரணமாகிவிடும். வேறு விதமாகச் சொன்னால், ஒரு வகைத் தொகுதியைத் தன்னகத்தே கொண்ட பல மூலக்கூறுகள் எவ்வளவுதான் வேறுபட்டாலும் ஒரு தன்மையையாவது பொதுவாகப் பெற்றிருக்கும். இந்த அம்சத்தையே முதல் அத்தியாயத்தில் வேறு விதமாகக் குறிப்பிட்டுள்ளோம். ஒரு பொருளின் அமைப்பும் தன்மையும் நெருங்கிய தொடர்புடை

யவை. எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு கார்பன் அணுக்களுக்கிடையில் ஓர் ஆக்சிஜன் அணு இடம் பெற்றுள்ள ஈதர் எனப்படும் தொகுதி (C—O—C) களைக்கொண்ட மூலக்கூறுகள் எளிதில் தீப்பிடிக்கக்கூடியவை. ஃப்ளூவரினை அதிக அளவில் கொண்ட மூலக்கூறுகள் எளிதில் எரியமாட்டா.

(6) மென்மையூக்கிகள் (plasticisers), நிரப்பிகள் (fillers) ஆகியவற்றின் தேர்வில் தக்க கவனம் செலுத்தினால் பிளாஸ்டிக்கின் மின்னியல், இயந்திரவியல் தன்மைகளை நம் விருப்பத்திற்கிணங்க மாற்றி அமைக்க முடியும்.

மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஆறு அம்சங்களையும் கவனத்தில் கொண்டால் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் எண்ணிறந்த ரகங்களில் தயாரிக்கக் கூடியவையே என்பதும், உயர்தரமான பொருள்களை உருவாக்குவது எளிதே என்பதும் தெள்ளெனப் புரியும்.

பிளாஸ்டிக்கின் துருப்புச்சீட்டு

உலகம் சிறியதாகிக்கொண்டு வருகிறது. ஒரு நாட்டிலிருந்து மற்றொரு நாட்டிற்குச் செய்திகளும் மக்களும் விரைவில் செல்ல முடிகின்றது. ஆனால், சரக்குப் போக்குவரத்தில் இந்தத் துரிதம் காணப்படுவதில்லை. உலக வாணிகம் இன்றும் கடல் வழியாகவும் தரைவழியாகவுமே இயங்கி வருகிறது. சில சமயங்களில் பொருள்களை விரைவாகக்கொண்டு செல்லும் வற்புறுத்தல் தோன்றக்கூடும். போர்க்காலங்களில் இந்த வற்புறுத்தல் கடுமையானது. மற்ற நேரங்களிலும் நெருக்கடி ஏற்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, நவீன வசதிகள் கொண்ட ஒரு மருத்துவ மனையில் நோயை ஆய்ந்து அறிவதற்கு உதவும் (diagnosis எக்ஸ்ரே யூனிட் முதல் செயற்கை அங்கங்களை (artificial organs) அறுவை சிகிச்சை மூலம் பொருத்துவதற்குத் தேவையான நுட்பமான பல மின்னணுவியல் சாதனங்கள் வரை இடம் பெறுகின்றன. இவற்றுள் ஏதேனும் ஒரு கருவியில் ஓர் உறுப்பு பழுதுபட்டால், மாற்று உறுப்பு அக் கருவியைத் தயாரித்த அயல்நாட்டுக் கம்பெனியிடமிருந்து தருவிக்கப்பட்டாலொழிய இலட்சக்கணக்கான ரூபாய்கள் பெறுமானமிருக்கக்கூடிய அக் கருவி காட்சிப் பொருளாக மாறும் நிலை உள்ளது. விமான மூலம் சரக்குப் போக்குவரத்தை இயக்கினால் சிறப்பாக இருக்கும். விமானத்தில் ஏற்றி அனுப்பப்படும் பொருள்கள் சிறியதாகவும் இலேசானதாகவும் இருப்பது அவசியம். உலோகங்களுக்குப் பிளாஸ்டிக்குகளைப் பயன்படுத்துவதால் அமைப்புகள் வலுவுற்றதாகவும், பளுவற்றதாகவும் இருப்பதை முன்பே சுட்டிக்

காட்டியுள்ளோம். இன்னும் கூடுதலான அளவில் பல துறைகளிலும் பிளாஸ்டிக் பொருள்களை உருவாக்கி வந்தால் சரக்குப் போக்குவரத்தை எளிதாக்கலாம். மிகவும் கனமான பிளாஸ்டிக் உலோகங்களிலேயே இலேசானவைகளான மக்னீசியம், அலுமினியம் இவற்றைவிட இலேசானது. பிளாஸ்டிக்கின் நவீனமான பயன்களில் சிலவற்றை இங்குக் காண்போம்.

நிலவா, நீலவானமா?

நாம் ஓரளவு நன்கு அறிந்ததாகக் கருதும் கோளான பூமியின் பரப்பிலும் சுற்றுப்புறத்திலும் நிலவும் சூழ்நிலையிலேயே பொருள்களை அரிமானமும், தேய்மானமும் ஏற்படாமல் பாதுகாக்க முடிவதில்லை. அப்படி இருக்கையில், நிலவிற்கு மனிதனையே தாங்கிச் செல்லும் விண்வெளிக் கப்பல்களின் பாதையில் தோன்றும் இடர்ப்பாடுகள் மலைப்பை ஏற்படுத்துவதில் வியப்பில்லை. வேதியியல், இயற்பியல், இயந்திரவியல், உலோகவியல், மின்னணுவியல் எனப் பல துறைகளிலும் தீவிரமான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி இப் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு கண்டுள்ளனர். இந்த ஆராய்ச்சிகளில் விண்வெளியில் எவ்விதமான பொருள்கள் பயன்படுத்தத் தகுந்தவை எனப் பொருளியல் வல்லுநர்கள் ஆராய்ந்து அறிந்தது சிறந்த ஒன்றாகும்.

விண்வெளிப் பயணத்தில் வெப்பமும் அழுத்தமும் அடிக்கடி மாறுபடக் கூடும். இது தவிர விண்வெளிக் கப்பலின் ஒரு புறம் (சூரிய வெளிச்சம் விழும் பகுதி) மற்றொரு புறத்தைக் (நிழல்படும் பகுதி) காட்டிலும் சுமார் 200°C வெப்பநிலை கூடுதலாகப் பெற்றிருக்கும்.

விநாடிக்கு 50 மைல்களைக் கடக்கும் விண்வீழ்கற்கள் (meteorites) விண்வெளிக் கப்பலின்மீது மோதும் அபாயம் உள்ளது.

இவற்றையெல்லாம்விட முக்கியமான அம்சம் விண்வெளியில் இயல்பாகவே அமைந்துள்ள வெற்றிடம்தான். நாம் ஆய்வுக்கூடங்களிலோ தொழிற்சாலைகளிலோ உருவாக்க இயலாத அளவிற்கு வெற்றிடம் காணப்படுவது விண்வெளியில்தான். பூமியிலிருந்து சில ஆயிரம் மைல்கள் உயரே இந்த கிட்டத்தட்ட முழுமையான வெற்றிடம் நேரிடுகிறது. இந்த வெற்றிடத்தை அடையும்போது பொருள்களில் பலவித மாறுதல்கள் ஏற்படும். வாயுக்கள் அடைக்கப்பட்டிருந்தாலோ, உறிஞ்சப்பட்டிருந்தாலோ பொருள்கள் அவற்றை வெளிவிட்டு விடும். இதனால் பொருள்

களின் பரப்பு பாதிக்கப்படும். உலோகங்கள் அவற்றின் உருகு நிலைக்கு மிகவும் கீழான வெப்ப நிலையிலேயே ஆவியாகக்கூடும். இணைக்கப்பட்டுள்ள எந்த இரு பகுதிகளும் அவற்றிடையே ஆக்சிஜன் இல்லாததால் நன்கு உரசும். உரசலைத் தவிர்க்கப் பயன்படுத்தப்படும் உயப்பொருள்கள் (lubricants) எளிதில் ஆவியாகின்ற சூழ்நிலை இது. இவ்வுயர் வெப்ப நிலையிலும் பழுதுபடாமல் உழைக்கும் உயப்பொருள்கள் பிளாஸ்டிக்கினால் ஆனவை. டெஃப்ளான் (Teflon), பல்அசிட்டல் (polyacetal) போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இழைக் கண்ணாடியால் வலுவூக்கப்பட்ட ஈபாக்சி அல்லது ஃபீனாலிக் தகடுகளால் செய்யப்பட்ட விண்வெளிக் கூடுகளில் மேற்கூறிய வாயு வெளியாகும் அபாயம் இல்லை. இவ்விரண்டில் ஈபாக்சி சிறந்தது. ஆனால், ஃபீனாலிக் மலிவான பிசின். ஆகையால், அதன் தன்மைகளில் தக்க மாற்றங்களைப் புகுத்து கின்றனர்.

ஏவுகணைகள், விண்வெளிக் கப்பல்கள் முதலியவை பூமியிலிருந்து மேல் நோக்கிச் செல்கையிலோ, விண்வெளியில் சுற்றிக்கொண்டிருக்கையிலோ எதிரில் வரும் இடர்ப்பாடுகளைச் சமாளிப்பது பெரிதல்ல. ஆனால், அவை பூமியை நோக்கித் திரும்புகையில், அவற்றிற்கு ஒரு பெரிய சோதனை காத்திருக் கிறது. புவி ஈர்ப்பு விசை (gravitational force) எடுபடாத இடமான விண்வெளிக்கும் பூமியின் வாயுக்கள் நிறைந்த வெளிப்பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள திரை போன்ற காற்றழுத்த மண்டலத்தைக் கிழித்துக்கொண்டு விண்வெளிக் கப்பல் பூமியை அடைய வேண்டும். பூமியை நோக்கி விரைந்து கொண்டிருக்கும் விண்வெளிக் கப்பலின் வேகம் மணிக்குச் சுமார் 25,000 மைல்கள். இந்த அசுர வேகத்துடன் காற்றழுத்த மண்டலத்தில் நுழையும்போது காற்றுடன் உராய்கிறது. இந்த உராய்வினால் அபரிமிதமான வெப்பம் (2800°C) உண்டா கிறது. இவ்வெப்பம் அணுக்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களையெல் லாம் வெளியேற்றி அயனிகளும் எலெக்ட்ரான்களும் தனித்து நிற்கும் பிளாஸ்மா (plasma) எனும் நரகத்தை உருவாக்குகிறது. இவ்வெப்பத்தில் டங்க்ஸ்டன் (Tungsten), டாண்டலம் (Tantalum) போன்ற ஓரிரு உலோகங்களைத் தவிர மற்ற உலோகங்கள் யாவும் உருகிவிடும். பிளாஸ்மா விண்வெளிக் கப்பலுக்கும் அதை இயக்கும் நிலையத்திற்கும் (ground control) இடையே உள்ள தொடர்பை (signal communication) அறுத்துவிடும். இதனால் விண்வெளிப் பயணி நம்மிடமிருந்து சிறிது நேரம்

எல்லா விதத்திலும் தொடர்பற்ற நிலையில் நிற்கிறார். இந்த நிலையை ஏற்படுத்தக்கூடிய உயர் வெப்பத்தைச் சிதற விட்டாலொழிய விண்வெளிக் கப்பலும் அதனுள் பயணம் செய்யும் விண்வெளி வீரரும் உருகுவதும் ஆவியாவதும் கணப்பொழுதில் நடந்து விடக்கூடிய நிகழ்ச்சிகள். இதற்கு ஆங்கிலத்தில் 'அப்லேஷன்' (ablation) எனப் பெயர். நாம் இதைத் தீவிர அரிமானம் எனக் குறிப்பிடலாம்.

இந்தக் கோர நிகழ்ச்சி நடவாமல் தடுக்கப் பிளாஸ்டிக்கினாலான பொருள்கள் மட்டுமே உதவுகின்றன. விண்வெளிக் கூட்டின் வெளிச்சுவர் வெப்பம் தடுக்கும் ஆற்றலுடன் வெப்பம் கடத்தாப் பண்பையும் பெற்றிருத்தல் அவசியம். கல்நார், க்ராஃபைட், சிலிக்கா இழை ஆகியவற்றால் வலுவூக்கப்பட்ட ஃபீனாலிக் வகை பிளாஸ்டிக்குகள் இங்குப் பயனாகின்றன. பிளாஸ்மாவின் உயர்வெப்பத்தில் பிளாஸ்டிக்கின் மேல்பரப்பு கரியாகிறது. இவ்வினை சிறிது வெப்பத்தை உட்கொள்கிறது. பிளாஸ்டிக் கருகும்போது சில வாயுக்கள் உடன்விளைவாக வெளிவருகின்றன. இவை பிளாஸ்மாவுக்கும் விண்வெளிக் கப்பலுக்கும் இடையில் ஒரு குளிர்ந்த திரைபோல் படர்ந்து நிற்கின்றன. இத்திரை கப்பலின் வெளிச் சுவரின் வெப்பநிலை 600°C-க்கு மேலே போகாமல் தடுக்கின்றது. மேலும், பிளாஸ்டிக் கருகியதால் உருவான கரிப்பொருள் வெண்சுடர் நிலையில் (incandescent state) வெப்பத்தை வெளியே வீசிக்கொண்டு தன் வெப்பத்தைக் குறைத்துக்கொள்கிறது. இதனால் பெருமளவு வெப்பம் விண்வெளிக் கப்பலின் பரப்பினின்றும் வெளித்தள்ளப்படுகிறது.

இவை யாவற்றிற்கும்மேலாகப் பிளாஸ்டிக்குகள் வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லையாதலால், கருகாத நிலையிலுள்ள பிளாஸ்டிக் உட்சுவர் விண்வெளிக் கப்பலின் உட்புறத்தை வெப்பத்தினின்றும் காக்கிறது. இந் நிகழ்ச்சியின்போது உட்சுவரின் வெப்பநிலை 75°C தான் இருக்கும். இத்தன்மைகளெல்லாம் நீண்ட நேரத்திற்கு நீடித்திருக்க வேண்டியதில்லை. ஒரு சில நிமிடங்களுக்கு நீடித்திருந்தால் போதுமானது. ஏனெனில், விண்வெளிக் கப்பல் 'மின்னல்' வேகத்தில் இப் பகுதியைக் கடக்க சில வினாடிகளே பிடிக்கும். இந்த சீரிய பணிக்கு உதவ பலவகை ஃபீனாலிக்குகளைப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர்.

கல்நார், கண்ணாடி ஆகியவற்றினால் வலுவூக்கப்பட்ட ஃபீனாலிக்குகளைவிட நைலான் இழையால் வலுவூக்கப்பட்ட ஃபீனாலிக்குகளே சிறந்தவை. விண்வெளிக்கப்பலைச் சுற்றி

வெப்பம் கடத்தா வாயுக்களாலான திரை ஒன்று உருவாகிறது என்று கண்டோமல்லவா? அதற்குத் தேவையான வாயுக்களை நைலான் பெரிய அளவில் தருகின்றது. கண்ணடி உருகுவதால் வாயுக்கள் வெளிப்படுவதில்லை. நைலான் மூலக்கூறில் நிறைய ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. இவை வெளிப்படுவதால் வாயுத்திரை எளிதில் உண்டாகிறது. இதனால் அரிமானமும் தேய்மானமும் பெருமளவிற்குத் தடுக்கப்படுகின்றன. நைலான் ஃபீனலிக் கலவைப் பொருளினலான தகடு (0·06 செ.மீ கனமுள்ளது) ஒன்றை 2800°C வெப்பநிலை கொண்ட சுடரால் கொளுத்தியபோது தகடு எரிந்து சுடர்பட்ட பாகத்தில் துளை ஏற்பட ஐந்து நிமிடங்கள் பிடித்தது. இந் நேரத்தையும் ராக்கெட் காற்றழுத்தப் பகுதியைக் கடக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தையும் (சில வினடிகள்) ஒப்பிட்டால், ராக்கெட் உட்சுவர் பாதிக்கப்படுமுன்பே ராக்கெட் அபாயம் மிகுந்த பகுதியைக் கடந்து வெகுதூரம் சென்றுவிடுகிறது என்பது புரியும். இதில் மற்றொரு சிறப்பான அம்சம் உள்ளது. இவ்வளவு வெப்பத்தைக் கடந்துவரும் ராக்கெட்டைக் குளிர்விக்க வேண்டியதில்லை. ஏனெனில், வெப்பம் கடத்தும் பொருள்களைத்தான் குளிர்விக்க வேண்டி வரும். ஃபீனலிக்குகளுக்கு பதிலாக கண்ணடியால் வலுவூக்கப்பட்ட ஈபாக்சிகளும் இவ்வகையில் பயனகின்றன.

ஏவுகணைக் கட்டுமானங்களின் பிற பகுதிகளிலும் பயன் படுத்தப்படும் பொருள்கள் உயர்வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடியனவாக இருப்பது நல்லது. தாங்கிகள் (bearings) தற்போது பிளாஸ்டிக்கிலும் தயாராகின்றன. தாங்கிகள் பளுவையும் தாங்க வேண்டும். அதே நேரத்தில் அவற்றின் பரப்பு மிருதுவானதாகவும் பளுவான உறுப்பின் இயக்கத்தைத் தடுக்காததாகவும் இருக்கவேண்டும். வெள்ளீயம், காரீயம் ஆகியவற்றலான உலோகக் கலவைகளை இதுவரை தாங்கிகளாகப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர். பளுவான உறுப்புகளுக்கும் இத் தாங்கிகளுக்குமிடையே க்ராஃபைட் போன்ற உயப் பொருள்கள் செலுத்தப்பட்டன. உயப் பொருளை வேண்டாத தாங்கிகள் உலர் தாங்கிகள் (dry bearings) எனப்படுவன. ஏவுகணைத் துறையில் உலர் தாங்கிகளுக்கு நல்ல தேவைப்பாடு உண்டு. டெஃப்ளான், நைலான் ஆகியவை சிறந்த உலர் தாங்கிகள். டெஃப்ளான் வெப்பம் கடத்தாது. ஆகையால், சூடு வெளியேற வாய்ப்பில்லாமல் அது சிறிது சிறிதாகச் சிதைந்துவிடும். வெண்கலத்தாலான வலையில் டெஃப்ளானை இறுக்கி உறையவைத்துப் பயன்படுத்தினல் சிதைவைத் தடுக்கலாம். டெஃப்ளான்

தூளுடன் காரீயத்தைக் கலந்து வெண்கலப் பரப்பில் பூசி 'DU' எனும் ஓர் உயர் ரக தாங்கியைத் தயாரிக்கலாம்.

ஏவுகணைகளுக்கு எரிபொருளாகவும் சில நவீன பிளாஸ்டிக்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ராக்கெட்டை உந்தித் தள்ளும் விசை (thrust) எரிபொருள் தரும் ஆற்றலைப் பொறுத்தது. எரிபொருளின் ஆற்றல் $\left[\frac{Q}{M}\right]^{\frac{1}{2}}$ என்ற விகிதத்தைப் பொறுத்தது. இங்கு Q என்பது ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையுள்ள எரிபொருள் எரியும்போது வெளியாகும் வெப்பமாகும். M என்பது எரிபொருளின் மூலக்கூறு எடை $\frac{Q}{M}$ விகிதம் கூடுதலாக அமையப்பெற்ற எரிபொருள் திறன்மிக்கதாக இருக்கும். அதாவது, உந்து விசை கூடுதலாகக் கொடுக்கும். வாயு, நீர்மம் திடம் ஆகிய மூன்று நிலைகளிலும் எரிபொருள்கள் ஏவுகணைகளில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. திண்ம எரிபொருள்களில் (solid propellants) பல்யூரித்தேன், பல்ஸ்டைரீன், பல்எதிலீன், பல்சல்ஃபைடு, பல்ப்யூட்டாடையீன் ஆகியவை சிறந்தவை. பலபடி மூலக் கூறுகளில் கார்பன் அணுக்களுக்கும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கும் உள்ள எண் விகிதம் குறைவாக உள்ள மூலக்கூறே சிறந்த எரிபொருளாகும்.

நிலவில் இறங்கி நிற்பதற்கு விண்வெளிக் கப்பலுக்குச் சக்கரங்களும் டயர்களும் தேவை. இவற்றிற்கான ஆரக்கால்கள் (spokes) பல்எஸ்டரினாலும், சக்கரத்தின் மையத்திலுள்ள கிண்ணம் (hub) வலுவூக்கிய ஃபீனாலிக்குகளினாலும், டயர் ட்யூப் முதலியவை செயற்கை ரப்பரினாலும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்த டயர்கள் சுமார் 1200 கிலோ கிராம் எடையைச் (நிலவுப் பரப்பில் இது 200 கிலோ கிராம் எடைக்குச் சமம்) சுமக்கும் வலுப்பெற்றவை. பூமியிலிருந்து நிலவுக்குச் செல்கையில் இந்த டயர்களைப் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியமில்லையாதலால், காற்றை வெளியேற்றிவிட்டுக் கொண்டு செல்லலாம்.

நிலவுக்குச் செல்லும் விண்வெளி வீரரின் உடை பல்வேறு பிளாஸ்டிக் துணிகளை இணைத்துத் தைக்கப்பட்டது. இழைக் கண்ணாடியால் வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் துணிக்கு உட்புறம் அலுமினியம் தகடும் பல்யூரிதேன் உள்ளுறை (lining) யும் கொடுத்துத் தைக்கப்படும் இவ்வுடை நிலாமனிதனைப் புவிஈர்ப்பிலிருந்தும், நிலவின் ஈர்ப்பிலிருந்தும் பாதுகாப்பதாகக் கருதப்படுகிறது (anti-g couch).

விண்வெளிக் கப்பலில் ஏற்றப்படும் ஒவ்வொரு கிலோ கிராம் எடைக்கும் ஆயிரக்கணக்கான டாலர்கள் செலவிடப்படுகின்றன. அதாவது, விண்வெளிக் கப்பலின் எடையைப் பொறுத்து அதனைச் செலுத்தத் தேவையான ஆற்றலும் அதற்கான செலவும் கணக்கிடப்படுகிறது. மிகப் பேரளவு செலவில் செலுத்தப் படும் கப்பலும், அதனுள் வைத்து அனுப்பப்படும் பொருள்களும் கூடியவரை இலேசானவையாக இருத்தல் நல்லது. இவ்வகையில் நுரை பிளாஸ்டிக்குகள் (foamed plastics) சிறந்தவை. அவை அரிதில் கடத்திகளாதலால் வெப்பத்தடை, மின்தடை இரண் டிற்கும் உதவுகின்றன.

நிலவில் மனிதன் இறங்கியது மனிதகுலமே பெருமைப்பட வேண்டிய சாதனை. மகிழ்ச்சியான இதே நேரத்தில் இத் துறையில் வருங்காலத்தில் என்னவெல்லாம் நிகழக்கூடும் என்பதை நினைத்துப் பெருமிதம் அடையலாம். நிலவில் மனிதன் குடியிருப்புகள் அமைக்க முற்படலாம். இதற்கு முதற்படியாகக் கூடாரங்கள் தேவைப்படும். இக் கூடாரங்களை அமைக்கத் தேவையான கட்டடப் பொருள்கள் விண்வெளிக் கப்பலில் எடுத்துச் செல்லவேண்டியிருக்குமாதலால், கூடியவரை இலேசா கவும் வலுவுள்ளதாகவும் இருத்தல் அவசியம். இதற்கு பல்யூரித்தேன் நுரை பிளாஸ்டிக் சிறந்தது. கனடா நாட்டி லுள்ள ஆண்டாரியோ ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (Ontario Research Foundation) எனும் நிறுவனம் இதற்காக ஒரு புதுவகைப் பொருளை உருவாக்கியது. கைக்கு அடக்கமான இப் பொருளைத் தீக்குச்சி கொண்டும் பற்ற வைத்தால் குடைபோல் விரிந்து கனமுள்ள சுவருடன் கூடிய சிறு கூடாரமாகிறது. இது ஒரு நுரை வகை பிளாஸ்டிக் என்று நம்பப்படுகிறது. ராணுவத்தினர் இந்தத் திடீர் கூடாரத்தில் அக்கறை காட்டி வருகின்றனர். தற் போது இது வடதுருவப் பிரதேசத்திலும், ஆப்ரிக்கக் காடுகளிலும் ஆராய்ச்சி நடத்துவோருக்குப் பயனாகிறது. விண்வெளியிலும் நிலவிலும் இந்த நுரை பிளாஸ்டிக்கிற்குச் சில சங்கடங்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, அங்கு நிலவும் வெற்றிடத்தில் நுரையின் விரிவை வெளிப்புறத்திலிருந்து கட்டுப்படுத்த ஏதுமே இல்லாததால், நுரைப்பொருள் வெடித்துச் சிதறும். இதைத் தடுக்கப் புதுவிதமான நுரைகள் தயாரிக்கப்பட்டன. இவற்றில் கலக்கப்படும் சில பொருள்கள் நுரையின் சுவரைக் கடினமாக்குகின்றன. இந் நுரைகளைப் பக்குவப்படுத்தச் சூரிய ஒளியே போதுமானது.

மருத்துவத்தில் பிளாஸ்டிக்

தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களின் சாதனைகளிலேயே மனிதனை நிலவுக்குப் பயணம் செய்ய வைத்ததுதான் பெருவியப்புக்குரியது என்றாலும், அவர்களுடைய உன்னதமான தொண்டு வேறொரு துறையில் பரிமளித்துக் கொண்டிருக்கிறது. மனித இனம் முழுமையும் இந்த ஒரு சாதனைக்காகவே தொழில் நுட்பத் துறையினருக்கு என்றென்றும் கடமைப்பட்டுள்ளது. அச் சாதனைதான் மனித உடல் இயந்திரத்தைப் பழுது பார்த்தலும், அதன் உறுப்புகளைப் புதுப்பித்தலுமாகும். மனித உடலுறுப்புகளைவிட நுட்பமான பாகங்கள் கொண்ட சிக்கலான இயந்திரம் உலகிலேயே இல்லை. மற்ற இயந்திரங்களில் (கம்ப்யூட்டர் உட்பட) நிகழாத வினைகளெல்லாம் மனித உடலில் நிகழ்வதாகச் சொல்லப்படுகிறது. சூழ்நிலையினால் பாதிக்கப்படும் அமைப்புகளிலேயே நம் உடல்தான் முதலில் நிற்கிறது. இவ்வளவு நுணுக்கம் பொருந்திய அமைப்பின் வாழ்நாளை அதிகரிப்பதற்கு எடுக்கப்படும் முயற்சியும் போற்றத்தக்கதாகும்.

இந்தத் துறையில் தொழில் நுட்பக் கலைஞரின் பணி உடல் எனும் இயந்திரத்திற்கு உதிரி உறுப்புகள் (spare parts) தயாரித்து அளிப்பதேயாகும். இது சாதாரண பல் செட்டிலிருந்து (artificial teeth) மிகவும் நுட்பமான செயற்கைச் சிறுநீரகம் (artificial kidney), செயற்கை இதயம் (artificial heart) போன்ற இன்றியமையாத அமைப்புகள் வரை எதுவாகிலும் இருக்கலாம். இந்தச் செயற்கை உறுப்புப் பொருந்தும் வேலை (prosthesis) எவ்வகையிலும் எளிய செயல் அன்று. தயாரிக்கப்படும் உறுப்பு ஒரு நாளில் இருபத்து நான்கு மணிநேரமும் இடைவிடாது அரிக்கக் கூடியதும், மின்கடத்துவதுமான நீர்மத்தில் (இரத்தம்) அமிழ்ந்து உழைக்க வேண்டும். உலோகங்கள் கனமானவை. செரமிக்குகள் மென்மை குறைந்தவை. ஆகையால், இவ்விரு வகைப் பொருள்களும் தகுதியற்றவை.

ஸ்கேல்ஸ் (Scales) என்பார் செயற்கை உறுப்புகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள் எத்தகையனவாக இருத்தல்வேண்டும் என்று அறிந்து கூறியுள்ளார்:

(1) அண்டை உறுப்புகளுடனோ, இரத்தத்துடனோ வினை புரியக்கூடாது.

(2) ரணம் (inflammation) ஏற்படுத்தக் கூடாது.

(3) புற்றுநோய் தொடக்கத்திற்கு ஆதரவாக அமைந்து விடக் கூடாது (non - carcinogenic).

(4) அரிப்பையோ அலெர்ஜி (allergy) யையோ உண்டாக்கக் கூடாது.

(5) அதிர்வுகளையும் (shocks), திரிபுகளையும் (strains) தாங்கும் வலுப்பெற்றிருக்க வேண்டும்.

(6) மெல்லிய திசுக்களினால் பாதிக்கப்படக் கூடாது.

(7) நாம் விரும்பும் வடிவங்களில் (இயற்கை உறுப்பின் நெளிவு சுளிவுகளை அப்படியே பிரதி பலிக்கும் வடிவங்களில்) உருவாக்கத் தகுந்தவாறு வளைந்து கொடுத்தல் வேண்டும்.

(8) சுத்தம் செய்ய (sterilization) வாய்ப்பு அளிக்கக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும்.

மேற்கண்ட பண்புகள் யாவையும் ஒருங்கே பெற்ற பொருள் இன்றுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. உடலுக்கு வெளியே சிறந்த பயன்களைப் பெற்ற சில பிளாஸ்டிக்குகள் உடலினுள் எப்படி நடந்துக் கொள்கின்றன என்று கவனிப்போம்.

பல்வைனல் க்ளோரைடு (PVC) நொறுங்கக் கூடியது. மென்மையூட்ட இயலும் என்றாலும், இம் மென்மையூட்டிகள் சிறிது சிறிதாக இரத்தத்தில் கலக்க நேரிடும். சில ஈபாக்சிகள் திசுக்களுக்கு நஞ்சாகின்றன. நைலான் மூன்று ஆண்டுகளில் 80 சதம் வலுவை இழக்கிறது. நைலானும் பல்யூரித்தேனும் உடலின் உட்புறம் நிலவும் சூழ்நிலையில் சிதைகின்றன. டெஃப்ளான் சில வாயுக்களை ஊடுருவ அனுமதிக்கிறது. ஃபீனலிக்குகள் புற்றுநோய் துவக்கும் (carcinogenic) பிசின்கள். உடலிலுள்ள பல்வேறு என்சைம்கள் (enzymes) பலவகைப் பிளாஸ்டிக்குகளையும் தாக்கி அழிக்கும் வலிமை படைத்தவை. இதனால் விளையும் பொருள்கள் செயற்கை உறுப்பைப் பொருத்திய ஒரு சில வாரங்களுக்கெல்லாம் அந்த நோயாளியின் சிறுநீரில் தென்படுகின்றன.

இக் குறைகள் இருப்பினும் மேற்கண்ட பிளாஸ்டிக்குகளில் சிலவற்றைச் சில மாற்றங்களுடன் அறுவை மருத்துவர்கள் பயன்படுத்திக் கொண்டுதான் இருக்கின்றனர். எடுத்துக் காட்டாக, அறுவை சிகிச்சையில் தையல்போடும் நூலாக

நைலான், டெரிலீன் மற்றும் பல்ப்ரொப்பிலீன் இழைகள் செலவாகின்றன. செயற்கைக் கண் அமைப்பு, கண்ணுள் பொருந்தும் லென்சு (Contact lens), பல்செட் ஆகியவற்றிற்குப் பெர்ஸ்பெக்ஸ் எனப்படும் அக்ரைலிக்வகை பிளாஸ்டிக்குகள்பயனுகின்றன. அண்மைக் காலம் வரை இவற்றிற்குப் பயன்படுத்தப் பட்டு வந்த கண்ணுடி, கடின ரப்பர் (vulcanite) ஆகியவற்றைவிடப் பெர்ஸ்பெக்ஸ் உறுதியானது; உடையாதது; இலேசானது. பல்எதிலீனும் அக்ரைலிக்குகளும் தொடை எலும்பிற்கு (femur) மாற்று உறுப்பாகின்றன. இரத்த நாளங்களில் அறுவை சிகிச்சை செய்யும்போது பயனுகும் குழாய்கள் படலங்கள் யாவும் டெஃப்ளான், பல்அக்ரிலோ நைட்ரைல் (polyacrylonitrile) ஆகியவற்றினின்று தயாராகின்றன. மாற்று தாடை எலும்புகளுக்கு டெஃப்ளான் சிறந்த பொருள்.

சிறுநீரகங்கள் இரத்தத்திலுள்ள நீரில் கரையும் கழிவுப் பொருள்களை ஒரு சவ்வின்மூலம் பிரிக்கின்றன இந்தச் சவ்வை செயற்கை முறையில் அமைக்கலாம். இதற்கு செல்லுலோஸ் அசிடேட்டினுலான படலம் சவ்வுப் பரப்பாகிறது. நுரையீரலில் உள்ள சவ்வு இரத்தத்திலுள்ள கரியமில வாயுவைக் காற்றிற்கும், காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனை இரத்தத்திற்கும் பரிமாற்றம் செய்கிறது. இச் சவ்வுக்கான மாற்று தற்போது டெரிலீன் (மைலார்) இழையினுல் நெய்யப்படுகிறது. இரத்த நாளங்கள் தயாரிப்பிலும் டெரிலீன் பயன்படுகிறது.

டாக்டர் ஸ்கேல்ஸின் விதிகள் யாவற்றையும் முறையாக அனுசரித்து நடக்கும் ஒரே பிளாஸ்டிக் இதுவரை தோன்றவில்லை என்று கூறினேமல்லவா? சிலிக்கோன்கள் சிறுமாற்றங்களுடன் மாற்று உறுப்புத் தயாரிப்பில் ஈடுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை ஸ்கேல்ஸின் எட்டு விதிகளையும் எட்டுகின்றன எனச் சொல்லலாம். சிலிக்கோன்கள் உடலிலுள்ள எப் பொருளுடனும் வினைப்படமாட்டா. கொதிநீரில் திரும்பத் திரும்ப சுத்தம் செய்யலாம் (repeatedly sterilizable). உடலிலுள்ள இரத்தம், உறைந்த இரத்தக் கட்டிகள் (blood clots), சிறுநீரகத்தில் உண்டாகக்கூடிய சிறு கற்கள் போன்ற எந்தப் பொருள்களுடனும் இவை ஒட்டாதவை. ஒரு சிலிக்கோன் மற்றொரு சிலிக்கோனுடன்தான் ஒட்டும். இந்த ஒட்டாத இயல்பு (abhesiveness) ஒரு சங்கடத்தை ஏற்படுத்துகிறது. சிலிக்கோனுலான உதிரி உறுப்பு சரியாகப் பதியாமல் அசைந்து கொடுக்கக் கூடும். இந்த அசைவினுல் அவ்வுறுப்பு அண்டைத் திசுக்களில் உரசி ரணப்படுத்தலாம். இதைத் தடுக்க டெரிலீன் அல்லது

டெஃப்ளான் ஆகியவற்றினாலான துணியில் சிலிக்கோன் உறுப்பைச் சுற்றித் தைத்து உடலில் பொருத்த வேண்டும். இப்பொழுது திசுக்கள் உறுப்பினுள் படர்ந்து உறுப்பை நிலையாக நிறுத்தி வைக்கின்றன.

ஆக்க முறையைத் தக்கவாறு அமைத்தால் சிலிக்கோன்களை எண்ணெய் வடிவத்திலிருந்து திடமான பிளாஸ்டிக் வரை எந்தப் பாகியலிலும் தயாரிக்கலாம் என்று முன்பே கண்டோம். சிலிக்கோன் ஜெல் (gel) எனும் பஞ்சு போன்ற பொருளை மேல் நாட்டு மாதர் கன்னங்களுக்கும், மார்பகங்களுக்கும் செயற்கை முறையில் வனப்பூட்டப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதற்கு சிலிக்கோனை இரத்தத்தில் ஊசிமூலம் செலுத்தும் முறை சிறிது காலம் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. பிறகு, அதன் உயிர் குடிக்கும் விளைவுகளினால் கைவிடுமாறு அமெரிக்க அரசு பணித்தது.

சிலிக்கோன் ரப்பரிலுள்ள ஒரு முக்கிய குறை அதிலுள்ள நுண்ணிய துளைகளே (pores). இதனால், இது வாயுக்களை எளிதில் ஊடுருவ விட்டுவிடும். இதை ஒரு நல்ல தன்மையாகவும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதாவது, அறுவை சிகிச்சையின்போது உடல் உபாதை தெரியாமலிருக்க நோயாளிக்குக் கொடுக்கப்படும் மயக்க மருந்துகள் சில வாயு உருவானவை (எடுத்துக்காட்டாக, நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு, எதிலீன்). இவ் வாயுக்களை இரத்தச் சிரைகளில் செலுத்தச் சிலிக்கோனாலான குழாய்களைப் பயன்படுத்தலாம். இப் பயனிற்குத் தயாரிக்கப் படும். சிலிக்கோன் மிகுந்த கவனத்துடன் எடுத்தாளப்பட வேண்டும்.

சிலிக்கோன் உட்பட பிளாஸ்டிக்குகள் யாவுமே இரத்தத்தைத் திரித்துவிடும் (clotting) தன்மை சிறிதளவாவது பெற்றிருக்கின்றன. இதைத் தடுக்கக் காட் (Gott) எனும் அறிஞர் ஓர் அருமையான யோசனை கூறினார். இரத்தம் உறையாமல் இருக்க இயற்கை ஹெபரின் (heparin) என்ற பொருளைக் கலந்துள்ளது. இந்த ஹெபரினை க்ராஃபைட் எனும் கரியின்மேல் பொருத்தி, தகுந்த சில அங்ககப் பொருள்களுடன் வினையாக்கி ஜி. பி. எச். (GBH—Graphite Benzylkonium Heparin) எனும் ஒரு பொருளைத் தயாரித்தார். பிளாஸ்டிக்கினாலான எந்த மாற்று உறுப்பையும் GBH-ல் பொருத்தி உடலில் அமைத்தால், இரத்தம் எப்பொழுதும் ஹெபரின் உடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் உறையவோ, திரியவோ நேரிடாது.

தசைகளின் இயக்கம்—பிளாஸ்டிக் வழி (Muscle action—Plastic style)

நம் தசைகள் இயங்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலுக்கு மூலக் காரணத்தைச் சில ஆண்டுகளுக்குமுன் உயிரியல் இயற்பியல் துறையினர் (Biophysicists) அறிய முற்பட்டனர். அவர்களுடைய ஆராய்ச்சியின்படி தசை ஏதோ ஒருவித நீர்மத்தில் அமிழ்ந்திருக்கையில் நீளமாகவும், அதனின்று வெளியே எடுக்கப்பட்டதும் குறுகியும் விடுகிறது. டாக்டர் ஹான்ஸ் குன் (Hans Kuhn) இந்த உண்மையைப் பயன்படுத்தி ஒரு புதுவித இயந்திரத்தை உருவாக்கலாம் என்றார். தசைகள் இயங்குகையில் வேதி ஆற்றல் (Chemical energy) இயந்திர ஆற்றலாக (Mechanical energy) மாற்றப்படுகிறது. மற்றெந்த முறையிலும் நிகழ்வதைக் காட்டிலும் பத்து மடங்கு ஆற்றல் மாற்றம் உயிருள்ள தசைகளின் இயக்கத்தின் மூலம் நிகழ்கிறது. ஆகையால், செயற்கைத் தசைகளைத் தயாரிக்க முடிந்தால் வேதி இயந்திரப் பொறிகள் (mechano - chemical engines) எனப்படும் திறன்மிக்க பொறிகள் நமக்குக் கிடைக்கும். இக் கொள்கையின் அடிப்படையில் இயங்கும் மாதிரி இயந்திரம் ஒன்றை இஸ்ரேல் நாட்டு விஞ்ஞானி டாக்டர் கட்சல்ஸ்கி இயக்கிக் காண்பித்தார்.

இந்த இயந்திரத்தின் இரகசியம் சிறப்புப் பண்புகள் கொண்ட ஓரிரு பிளாஸ்டிக் பொருள்களில் அடங்கியுள்ளது. இப் பிளாஸ்டிக்குகளைச் சில வேதியியல் நீர்மங்களில் நனைத்தால் அவற்றின் பரப்பில் அயனிகள் படர்கின்றன. பிளாஸ்டிக் பரப்பு முழுதும் மின்னேற்றம்—யாவும் நேர்மின்னேற்றங்களாகவோ, எதிர் மின்னேற்றங்களாகவோ—ஒரே வகையானது. ஒரே வகை மின்னேற்றங்கள் ஒன்றையொன்று அண்டவிடாதவை (like charges repel each other). இந்த விலகிச் செல்லும் இயக்கம் பிளாஸ்டிக்குப் பரப்பை நீட்டுகிறது. அதாவது, அப் பிளாஸ்டிக் தகடு நீட்சி அடையும். அவற்றை நீர்மத்திலிருந்து எடுத்துவிட்டால் அயனிகள் நீர்மத்திற்கே திரும்பி விடுகின்றன. பிளாஸ்டிக்கின் பரப்பும் சுருங்கிப் பழைய நிலையை அடையும். நம் தசைகளும் கிட்டத்தட்ட இவ்வாறுதான் இயங்குவதாக நம்பப்படுகிறது. இவ்வியக்கத்திற்கு டையானோ பாலிமர் இயக்கம் (tieno - polymer action) என்று பெயர்.

இம் மாதிரி இயங்கும் ஒரு பிளாஸ்டிக் கலவையை ஸ்விஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த மறைந்த விஞ்ஞானி டாக்டர் வெர்னர்குன் கண்டுபிடித்தார். இப் பொருள் நீண்ட சங்கிலித் தொகுப்பு

கொண்ட பல்அக்ரிலிக் அமிலம் (polyacrylic acid) எனும் பலபடி. இப் பலபடியில் அமைந்த ஒருபடிக் கூறுகள் (monomeric units) தனித்தனியே அசைந்து கொள்ளத்தக்க அமைப்பைப் பெற்றவை. இதற்கு வலுவூக்கப் பல்வினைல் ஆல்கஹால் (polyvinyl alcohol) எனும் பலபடியுடன் கலந்தார். இக் கலவையினாலான ஓர் இழையை எரிகாரத்தில் நனைத்தார். அமிலத் தொகுதிகள் யாவும் எரிகாரத்தினால் நடுநிலையாக்கப் படுவதால், இழையின் பரப்பில் எதிர் மின்னேற்றங்கள் தோன்றின. இவற்றினிடையே ஏற்பட்ட விலக்கு விசையால் அந்தப் பிளாஸ்டிக் நூறுசதம் நீட்சியுற்றது. எரிகாரத்திலிருந்து எடுத்து அமிலத்தில் நனைத்தால் பழைய நிலைக்குச் சுருங்கியது. இவ்வடிப்படையில் ஓர் எளிய இயந்திரத்தைத் தயாரிக்கலாம். அதற்கான எரிபொருள்கள் அமிலமும் காரமுமே. மேலும், இதில் வெப்பம் வெளிவிடப்படாததால் வேதி ஆற்றலைச் சிறிதும் சிதறாமல் இயந்திர ஆற்றலாக்கலாம்.

சோர்வற்ற தோல் (தோலுக்கும் மாற்றுப் பொருள்)

பதனிடப்பட்ட தோல் சில தனிப்பண்புகளைக் கொண்டது. +60°C-லிருந்து —60°C வரை நெகிழ்ந்து கொடுக்கும் தன்மையைப்பற்றி நிற்கும். நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். அதே அளவு உழைத்த எந்த ஒரு மாற்றுப் பொருளையும்விட அது பொலிவை எளிதில் இழக்காது. தோலை நூல் கொண்டு தைக்கும்போது துளையிட்ட இடத்தில் துணியைப்போல கிழிந்து வருவதில்லை. தோலைத் திரும்பத் திரும்பப் பயன்படுத்தினாலும் கெடுவதில்லை. இற்றுப் போவதற்குமுன் நீண்ட காலத்திற்கு உழைக்கின்றது.

இவ்வளவு பெருமை வாய்ந்த தோலுக்கும் ஒரு போலி தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் மூன்று அடுக்குகள் உள்ளன. பல்யூரித்தேன் படலங்களாலான விரிப்பு; அதற்குமேல் பல்எஸ்டர் படலம்; அதற்கும் மேல் நீர் புகவிடாத பல்யூரித்தேன் பூச்சு. இக் கலவைப் பொருளுக்குக் கார்ஃபம் (Corfam) எனப் பெயரிட்டனர். 1971-ல் அமெரிக்காவிலுள்ள டு பாண்ட் (Du Pont) கம்பெனியார் ஒரு நூறு மிலியன் டாலர் திட்டமாகக் கார்ஃபம் தயாரிப்பை உருவாக்க நினைத்துச் செயல்படத் துவங்கினர். ஆனால், செலவினம் உட்பட பல்வேறு காரணங்களினால் இத் தயாரிப்பு கைவிடப்பட்டது. தற்போது டு பாண்ட் கம்பெனியிடமிருந்து இம் முறையைப் போலந்து அரசு விலை கொடுத்து வாங்கியுள்ளது.

வெட்ட முடியாத மரம்

ஒரு மரத்துண்டை வெற்றிடத்தில் வைனைல் அசிட்டேட் அல்லது மீத்தைல் மெதக்ரிலேட்டில் நனைத்துக் காமா கதிர்வீச்சிற்கு (γ—rays) இலக்காக்கினால், பலபடியாக்கலும் குறுக்குப் பிணைப்பும் நிகழ்ந்து, ஒரு கடினமான வலுவான பொருள் கிடைக்கும். இதில், தொடக்கத்தில் இருந்த மரத்தில் இருந்தது போல் நுண்ணிய துளைகள் கிடையாது. நீரோ எண்ணெயோ உட்புக முடியாது. இம் மரத்தில் ஆணி அடிக்க முடியாது. கோடரியால் பிளக்க முயன்றால் கோடரியின் முனை மழுங்குமே தவிர மரம் பிளவுபடாது. இதற்கு நோவா மரம் (Nova wood) எனப் பெயர்.

பாயும் படகுகள் (Hover crafts)

க்ரிஸ்டோஃபர் காக்கெரல் (Christoper Cockerell) என்பார் 1859ஆம் ஆண்டு பாயும் படகை உருவாக்கினார். இது அலை கொந்தளிப்பு அதிகமுள்ள கடற்பகுதிகளில் நீர்ப் பரப்பின்மீது ஓட்டிச் செல்லாது. நீர்ச் சுழலையும் அலைப்பகுதிகளையும் தாண்டிப் பாயும். அலையின் மேல் ஓரிரு அங்குல உயரத்திற்கு உள்ள காற்றை மெத்தைபோல் பயன்படுத்தி அதன்மீது சவாரி செய்கிறது இந்தப் பாயும் படகில் தற்போது சிறு மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது. கப்பலின் அடிப்பாகம் முழுதும் பிளாஸ்டிக்கினாலான துணியினால் மூடப்பட்டுள்ளது. கப்பலின் தளத்திற்கும் இந்த பிளாஸ்டிக் உறைக்கும் இடையே குறைந்த அழுத்தத்தில் காற்று நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இந்த பிளாஸ்டிக் உறை வலுவுள்ளதாகவும் சற்று விறைப்பாகவும் இருக்கவேண்டும். அப்படி இருந்தால்தான் உள்ளே அடைக்கப்பட்டுள்ள காற்று மெத்தையைத் தாங்கும். இவ் வுறை கடல்நீரினால் அரிமானம் ஏற்படுத்த முடியாததாகவும், ஓரங்களில் தேய்மானம் அடையாததாகவும் இருத்தல் அவசியம். இந்த உறை நைலான் துணிமீது நியோப்ரின் (Neoprene) ரப்பர் பூச்சு அல்லது பல்யூரித்தேன் பூச்சுக் கொடுத்துத் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும். இடையில் தையல் இல்லாத மடிப்பற்ற ஒரே துணியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. டன் கணக்கில் எடையுள்ள கப்பலை இந்தக் காற்றடைக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் மெத்தை தாங்குகிறது.

வைரத்திற்கும் ஒரு வைரி

வைரத்தை வைரத்தால் அறுக்க முடியும் என்பது பழமொழி. இது வரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள இயற்கைப் பொருள்களிலேயே வைரம்தான் கடினமானது. வைரத்தை மிஞ்சும்

அளவிற்குக் கடினமான ஒரு பகுதி-அங்கக பலபடி - தொகுக்கப் பட்டுள்ளது. போரான் எனும் தனிமம் குறைகளற்ற படிக உருவுடன்கூடிய மெல்லிய இழைகளாக்கப்படுகிறது. இந்த சிறு இழைகள் போரான் மீசைகள் (Boron whiskers) எனப்படு கின்றன. இவற்றை ஈபாக்சி பிசினுடன் தக்கவாறு இணைத்தால் கூர்மையான அலகுகளையும் (blades), ரம்பங்களையும் (saw blades), துளையிடும் கருவிகளையும் (drills) தயாரிக்கலாம். வைரத்தைவிட கூர்மையான முனையுடையவையாதலால் அறுக்கும் போது பரப்பில் மெல்லிய கோடுதான் ஏற்படும். இதனால் அறுத்துப் பிரிக்கப்பட்ட பகுதிகளின் முனைகள் பிசிரற்றதாகவும் அழகாகவும் இருக்கின்றன. சலவைக்கல் பரப்புகளையும் இழைக் கண்ணாடியையும் எளிதில் துண்டுபோட இது பயன்படுகிறது. ஒரு விஞ்ஞானி கூறியதுபோல் புதிய பிளாஸ்டிக்குகள் கண்டு பிடிப்பு தொடர்ந்து நிகழ்ந்து கொண்டிருந்தால் ஒரு காலத்தில் முகச் சவரத்திற்குப் பயன்படும் பிளேடுகள் பிளாஸ்டிக்கினால் தயாரிக்கப்படலாம். அப்படித் தயாரிக்கப்படும் பிளேடு பயன்படுத்துபவரின் ஆயுட்காலத்தையும் மிஞ்சி உழைக்கும்.

எரியாத உடை

எரிக்கவும் உருக்கவும் இயலாத பிளாஸ்டிக் இழையினாலான துணியும் உண்டு. 'கைனல்' (Kynol) எனும் இத் துணி ஒரு வகை ஃபீனலிக். ஆக்சி - அசிட்டலின் வாயுக் கலவை எரியும் போது வெளிப்படும் சுடராலும் (3000°C) கூட இந்தத் துணியை எரிக்கவோ, உருக்கவோ முடியாது. இந்தப் பிளாஸ்டிக் கருகு கிறது. ஆனால், உடையின் உரு மாறுவதில்லை. பரப்பு கருகி யதும் கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு (black body radiation) எனும் இயக்கம் சூட்டை வெளியே திருப்பி அனுப்பிவிடுகிறது என்று ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. இந்த உடையை அணிந்துகொண்டு தீவிபத்து ஏற்பட வாய்ப்புள்ள தொழிற்சாலைகளில் பயமின்றி வேலை செய்யலாம். உடை பற்றி எரியாது. வெப்பம் உடலைத் தாக்காது. தீவிபத்து நேர்ந்தாலும் தீப்புண்கள் அதிகமின்றித் தப்பலாம்.

நீரினுள் வாழ்க்கை

மீன் செவுள்களின் உதவியால் சுவாசிக்கிறது. மனிதனுக்கு இயற்கை அளிக்காத செவுளை செயற்கையில் தயாரித்து இணைத்துக்கொண்டால் மனிதனும் மீனாக மாறலாம். (நம் நாட்டுப் பண்டைக்காலக் கதைகளில் வரும் மச்ச கன்னிகள் செயற்கைச் செவுள்களை அணிந்திருந்தார்களோ என்று கேட்கத் தோன்றுகிறது). தண்ணீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை நம்மால்

நீரினின்றும் பிரித்து சுவாசிக்க முடியாததால்தான், நாம் நீரினுள் மூழ்கியிருக்கையில் பெரிய சுவாசக் கருவியையும் ஆக்சிஜன் பையையும் சுமக்கவேண்டி வருகிறது. நீரைத் தடுத்து நிறுத்தி ஆக்சிஜனை மட்டும் புகவிடும் சவ்வுகளைத் தயாரிக்க முடிந்தால் கடல் அடியில் நடத்தப்படும் ஆராய்ச்சி களுக்கு மிகவும் உதவியாக இருக்கும். இஃது இப்பொழுதே நடக்கும் என்று தோன்றுகிறது. அமெரிக்காவில் உள்ள ஜெனரல் எலெக்ட்ரிக் கம்பெனியைச் சார்ந்த டாக்டர் வால்டர் ராப் (Dr. Walter Robb) 0·0025 செ.மீ தடிமன் உள்ள சிலிக் கோன் ரப்பரினாலான சவ்வை செவுளாகப் பயன்படுத்தி வெற்றி கண்டுள்ளார். நம் சுவாசப்பையைவிட ஆயிரம் மடங்கு ஆக்சிஜனைப் புகவிடும் தன்மை கொண்டது இந்தச் சிலிக்கோன் சவ்வு. Dr. ராப் இந்தச் சவ்வைப் பயன்படுத்தி நிலத்தில் வாழும் பிராணிகளை நீரின் அடியில் வாழவைத்துச் சாதனை நிகழ்த்தினார்.

பிளாஸ்டிக் கார்கள்

பளுதாங்கும் அங்கங்களாகப் பிளாஸ்டிக்குகளைப் பயன்படுத்த இயலாது என்று அண்மைக் காலம் வரை ஒரு கருத்து பொறியியற் துறையில் இருந்து வந்தது. பிளாஸ்டிக் என்றாலே வளைந்துவிடும் என்ற எண்ணமே இதற்குக் காரணம். உலோகத்துடனும், செரமிக்குடனும் ஒப்பிடுகையில் பிளாஸ் டிக்கிற்கு விறைப்பும் வலுவும் குறைவுதான். ஆனால், கண்ணாடி இழை அல்லது கார்பன் இழைகளினால் வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ் டிக்குகள் உருக்கைவிட வலுமிக்கவை.

1966ஆம் ஆண்டு ரோல்ஸ் ராய்ஸ் கார் கம்பெனியார் டர்போஃபான்களுக்குக் கார்பன் இழையால் வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கைப் carbon - reinforced plastic) பயன்படுத்தினர். அக் கம்பெனி 45 சதம் கார்பன் இழை கொண்ட ஹைஃபில் (Hyfil) எனும் பிளாஸ்டிக் பொருள் ஒன்றைத் தயாரித்தனர். அதே எடையுள்ள டைடேனியத்தைவிட இது ஐந்து மடங்கு வலுவுள்ளது. உலோகங்களால் தயாரிக்கப்பட்ட தனித்தனியான பாகங்களை இணைத்து உண்டாக்கப்படும் அமைப்பை CRP-யைக் கொண்டு தயாரித்தால், ஒரே தகட்டைக் கொண்டே முடித்து விடலாம். அதிர்வையும் ஒலியையும் இப் பிளாஸ்டிக் ஒடுக்கி விடுவதால் CRP-யினால் தயாரிக்கப்பட்ட காரில் பயணம் செய்வது சொகுசான இன்பத்தைக் கொடுக்கும். CRP-யைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட காரில் திருகாணிகளோ அறை யாணிகளோ (rivets) கிடையாது. அவற்றின் பணியைப் பிசின்

ஒட்டுவிப்பிகள் செவ்வனே செய்கின்றன. CRP கார்களுக்குப் பயன்படும் பிசின்கள் பல் இமைடுகளும் (polyimides), ஈபாக்சிகளுமாகும். ஈபாக்சி ஒட்டுவிப்பியாகிறது. CRPயினாலான கார் அமெரிக்காவில் பந்தயங்களில் அடுத்தடுத்த ஆண்டுகளில் இருமுறை முதற் பரிசை வென்றுள்ளது.

CRP-க்கு மூலப்பொருளான கார்பனும் ஒரு பிளாஸ்டிக்கிலிருந்தே தயாராகின்றது. அக்ரைலிக் பிளாஸ்டிக்குகளை 3000°C-க்குச் சூடுபடுத்தி இந்தக் கரி தயாரிக்கப்படுகின்றது.

பிளாஸ்டிக் விமானம்

GRP யாலான ஒரு சிறிய விமானம் மணிக்கு 200 மைல்கள் வரை செல்லக்கூடியது. இஃது அதே எடையுள்ள அலுமினிய விமானத்தைக் காட்டிலும் 22 மடங்கு வலுவுள்ளது. (GRP அலுமினியத்தைவிட இருமடங்கு இழுவலு உள்ளது). இவ் விமானம் ஒரு பல் வைத்தியரின் கண்டுபிடிப்பு!

பொறியியற் துறையில் இம்மாதிரியான புது பிளாஸ்டிக்குகளுக்குக் கிராக்கி உள்ளது. டெல்ரின் (Delrin) எனும் பல் அசிட்டல் (polyacetel) பிளாஸ்டிக்கினால் பொறிகளின் சிலிண்டர்கள் (engine cylinders) கட்டமைக்கப்படுகின்றன. பொருத்தப்பட்ட இரு இயந்திரப் பகுதிகளுக்கு இடையில் அடைப்பாகப் பயன்படும் அமைப்புகள் (gaskets) கார்பன் இழையால் வலுவூக்கப்பட்ட டெஃப்ளானினால் செய்யப்படுகின்றன. இப் பொருளில் சரிதல் (creep) ஏற்படாது. நீண்ட நாள்களுக்கு உழைக்கும். கார்பனால் வலுவூக்கப்பட்ட பல்அசிட்டால் தாங்கிகளுக்கு உலோகங்களைவிடச் சிறந்த பொருளாக இது கருதப்படுகிறது.

மின்னணுவியலில் பிளாஸ்டிக்

கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் மின்னணுவியலில் ஒரு புரட்சியே நடந்திருக்கிறது. முன்போல் பெரிய கருவிகளையும் மைல் கணக்கிலான நீளத்திற்கு மின்கம்பிகளையும் தற்போது பயன்படுத்துவதில்லை. இரு புதுவகையான மின்சுற்று முறைகளினால் மின்நடத்தும் கம்பிகளின் செலவில் வியத்தகு சிக்கனம் ஏற்பட்டுள்ளது. அவையாவன: (1) பதிவு மின்சுற்று (Printed circuit); (2) தொகுத்த சுற்று (Integrated circuit).

பதிவு மின்சுற்று தயாரிப்பில் ஒரு பிளாஸ்டிக் தகட்டின்மீது உலோகப் பூச்சு (தாமிரம் அல்லது அலுமினியப் பூச்சு) அளித்து மின்சுற்றின் வரைபடத்தை அதில் வரைந்து, மின் தொடர்பு

தேவைப்படாத இடங்களில் உலோகத்தைத் தகுந்த பொருள்களைக் கொண்டு அரித்து எடுத்துவிடுவர். பிறகு டிரான்சிஸ்டர், மின்தேக்கி ஆகிய தேவையான அமைப்புகளைச் சிறு வடிவில் இத் தகடுகளில் தகுந்த இடங்களில் பற்ருசு (solder) முறையில் பொருத்துவர். இவ் வமைப்புகளை இணைக்கக் குறைந்த அளவிற்கே கம்பிகள் தேவைப்படும். ஒரு சிக்கலானதும் முழுமையானதுமான மின் சாதனத்தை 25 சதுர மி.மி.-க்கும் குறைவான தகட்டில் கூட அடக்கி விடலாம். இப் பதிவு மின்சுற்று பயன்படும் துறைகளில் இருதுறைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. நவீன போர்க்கருவி உற்பத்தித் தொழிலும், இதயம் மற்றும் மூளை சிகிச்சைக்குப் பயன்படும் மின்சாதனங்கள் உற்பத்தித் தொழிலுமே அவ்விரு துறைகள். இதய நோய் மருத்துவத்தில் உடலினுள் ஆற்றல் பரப்பிகளை (transmitters) அமைக்க வேண்டிவரலாம். இவற்றைப் பிளாஸ்டிக் பூச்சு மூலமோ, பரப்பிகளிலுள்ள இடைவெளிகளில் பிளாஸ்டிக் பிசினை உறையச் செய்தோ உறையிட வேண்டும். ஈபாக்சி பிசினும் சிலிக்கோனும் இங்குப் பயனுகின்றன. ஈபாக்சியில் பொதிவு செய்யப்பட்ட பரப்பி நாளாக நாளாகச் சிறிது சிறிதாக மின்தடையை இழக்கிறது. சிலிக்கோன் இரண்டு ஆண்டுகளில் 0·1 சதவிகிதத்திற்கும் குறைவாகவே மின் தடையை இழக்கிறது.

பதிவு மின்சுற்றுகளுக்கு அடித்தளமாகப் பலவித பிளாஸ்டிக்குகளைப் பயன்படுத்தலாமென்ருலும், இவ் வகையில் மிகவும் சிறந்தது பல்இமைடு தான். 1961-ல் டூபாண்ட் நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த W. M. எட்வர்ட்ஸ் என்பார் பல்இமைடு பிசினைக் கொண்டு கப்டன் (Kapton) எனும் ஒளிபுக விடும் படலம் ஒன்றினைத் தயாரித்தார். கப்டன் படலம் $-270°C$-லிருந்து $+400°C$ வரை தன்மை சற்றும் மாருமல் உழைக்கும். இந்த ஆரஞ்சு வண்ணப் பிளாஸ்டிக் படலத்தின்மீது பதிக்கப்பட்ட மின்சுற்று உயர் வெப்பத்தைத் தாங்கும். இப் பிளாஸ்டிக் பரப்பின்மீது பற்ருசு செய்வது எளிது கப்டன் எரிக்க முடியாத காந்தநாடாவிலும் (magnetic tape) பயனுகிறது. வெப்பக் காப்பீட்டிற்கு இதைவிடச் சிறந்த பிளாஸ்டிக் இல்லையெனக் கூறலாம். இச் சிறப்புகளையெல்லாம் கருத்திற் கொண்டு டூபாண்ட் இதற்கு உயர்பலபடி (super polymer) எனப் பெயரிட்டுள்ளது.

மின்கடத்தும் பிளாஸ்டிக்

பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் யாவும் அரிதிற் கடத்திகளே அவற்றை மின்கடத்திகளாக்க க்ராஃபைட்டையோ அல்லது

உலோகங்களிலேயே மிகச் சிறந்த கடத்தியான வெள்ளியையோ பிசினுடன் கலந்துவிடுவது வழக்கம். வேறு சில மின்கடத்தும் நிரப்பிகளைக் கலப்பதுமுண்டு. இம் முறைகளினாலெல்லாம் பிளாஸ்டிக் பொருளுக்குச் சிறிது மின்கடத்தும் தன்மை கிட்டுகிறது என்பது உண்மையாயினும், பிசினின் மின்கடத்தா இயல்பில் சிறிதும் மாற்றம் இல்லை என்பதை உணர வேண்டும்.

இந்நிலையை மாற்ற முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன. 1964ஆம் ஆண்டு லூபின்ஸ்கி (Lupinski) என்பாரும், காப்பில் (Kopple) என்பாரும் TCNQ (டெட்ராசயனோ க்வினோடைமென்தான்) எனும் பொருளின் அயனி வடிவத்தைச் சாதாரண பிளாஸ்டிக் மூலக்கூறுகளின் சங்கிலிகளுடன் இணையச் செய்து மெய்யாகவே மின்கடத்தும் பிசினைத் தயாரித்தனர். TCNQ-வின் விகிதத்தைத் தக்கவாறு மாற்றிப் பிளாஸ்டிக்கின் மின்கடத்துமை (condutance) யைத் தேவைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றலாம் எனக் கண்டறிந்தனர். காமா—கதிர்வீச்சு, வெப்பத்தால் நிலையிறக்கம் செய்தல் ஆகிய அவ்வளவாக விரும்பத்தகாத வழிகளிலும் பிசின்களைக் கடத்திகளாக மாற்றலாம்.

பிளாஸ்டிக்குகளில் குறைக்கடத்திகள் (semi-conductors) தயாரிக்கப்படவில்லை. மின்னணுவியலில் அரிதிற்கடத்திகளையும், நன்கு கடத்தும் பொருள்களையும் காட்டிலும் இவற்றிற்கிடையிலான குறைக்கடத்திகளுக்கே மதிப்பு அதிகம். ஏனெனில், இவற்றின் கடத்து திறனைப் பலவழிகளில் எளிதில் உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ இயலும். சிலிக்கன், ஜெர்மேனியம் போன்ற தனிமங்களும், சில தனிமக் கலவைகளும், ஆக்சைடுகளும் குறைக்கடத்திகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அங்ககப் பொருள்கள், முக்கியமாகப் பிளாஸ்டிக்குகள், குறைக்கடத்தி தயாரிப்பிற்குத் தகுதியற்றவை. குறைக்கடத்திகளின் செயல் திறன் அவற்றின் தூய்மையில் அடங்கியுள்ளது. குறைக் கடத்திப் பொருள்களைத் தூயதாக்கப் பல செயல்முறைகள் தனியே கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இத் தூய்மையாக்கல் நடைபெறும் வெப்பநிலைகளைப் பிளாஸ்டிக்குகளால் தாங்க முடியாது. மேலும், பிளாஸ்டிக் பொருள்களின் தயாரிப்பில் நிரப்பிகள், மென்மையூட்டிகள், நிறமேற்றிகள் போன்ற பலவகைப் பொருள்களும் சேர்க்கப்படுவதால் பிளாஸ்டிக்கினாலான எந்த ஓர் அமைப்பும் தூய்மைப்படுத்த இடங்கொடுக்காது. இருந்தும் ஐந்தாறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அமெரிக்காவில் பிளாஸ்டிக் டிரான்சிஸ்டர் தயாரிக்கத் தீவிர முயற்சிகள் எடுத்துக்கொள்ளப் பட்டன. காரணம்: ரஷ்யாவில் பிளாஸ்டிக் டிரான்சிஸ்டர்

தயாரிக்கப்பட்டு விட்டதாக ஒரு செய்தி வெளிவந்தது. பின்பு தெரிய வந்த உண்மை: ரஷ்ய ஆராய்ச்சி வெளியீடு ஒன்றை ரஷ்ய மொழியினின்றும் ஆங்கிலத்தில் மொழி பெயர்க்கையில் ஏற்பட்ட தவறே இச் செய்திக்குக் காரணம்!

கிராமங்களுக்கெல்லாம் மின்சாரம் வழங்கப்பட்டிருக்கும் இந் நாளில் மின்சாரத்தைப் பரப்பும் அமைப்புகளுக்கு உயர் அழுத்தத்தில் மின்சாரத்தைக் மேற்கொள்ளும் வற்புறுத்தல் ஏற்பட்டுள்ளதில் வியப்பில்லை. மின்னழுத்தம் (voltage) கூடக்கூட பரப்பிகளும், மின்னழுத்த மாற்றிகளும் அமையப் பெற்றிருக்கும் கம்பங்களின் (pylons) உயரமும் அதிகரிக்கப்பட வேண்டி வருகிறது. இக் கம்பங்களின் மேல் பகுதியைப் பிளாஸ்டிக்கினுல் அமைத்தால் உயரத்தைக் குறைக்க இயலும். ஏனெனில், பிளாஸ்டிக்குகள் அரிதிற்கடத்திகள்.

செலினியம் எனும் தனிமம் இருளில் ஓர் அரிதிற்கிடத்தி. ஆனால், அதன்மீது ஒளி பட்டவுடன் அது மின்கடத்தும் பொருளாக மாறுகிறது. இவ்வுண்மை உலர்புகைப்படக்கலை (Xerography) யில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தற்போது செலினியத்தைப் போன்றே ஒளிமுன் கடத்தும் பண்பைப் பெற்ற பிளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளதாகத் தெரிகிறது. இது வரை இத் துறையில் செலினியமே கோலோச்சி வந்தது.

விவசாயத்தில் பிளாஸ்டிக்கின் பணி

நம் நாட்டைப் பொறுத்தவரை பிளாஸ்டிக்கின் சிறப்பியல்புகள் மற்ற துறைகளைக் காட்டிலும் விவசாயத்தில் முழுமையாகப் பயன்படுத்துவதிலேயே அதிகக் கவனம் செலுத்தப்பட வேண்டும். விவசாயத்தில் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் பயனுறுகின்றன.

பயிர்ப் பாதுகாப்பும் கட்டுப்பாடான பயிர் வளர்ச்சியும்

பயிர் வளர்ச்சிக்கு வெப்ப தட்பநிலை சீராகவும் மிதமாகவும் இருத்தல் அவசியம். கோடைக் காலத்தில் பயிர் கருகுவதும், மழைக் காலத்தில் அழுகுவதும் எளிதில் புரியக்கூடிய உண்மை. கோடையில் நீர் வற்றி விடுகிறது. மழைக்காலத்திலும் பனி காலத்திலும் பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான வேதியியல் வினைகள் நடைபெறுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் கிடைப்பதில்லை. இவ் வெப்பத்தைப் 'பசுமை இல்லம்' (green house) எனும் உபாயத்தின் மூலம் பயிருக்கு அளிக்கலாம்.

கண்ணாடி வழியே சாதாரண ஒளிக்கதிர் புகுந்து வெளி வந்துவிடும். ஆனால், புறச் சிவப்புக் கதிர்கள் (infra red rays) புகுந்து செல்வது கடினம். இக் கதிர்கள் வெப்பமூட்டும் இயல் புடையவை. ஒரு செடியை கண்ணாடிக்கூடு ஒன்றில் வளர்த்தோ மானால், சூரிய ஒளி கண்ணாடிப் பரப்பினூடே சென்று செடியை அடையும். ஆனால், செடியினின்றும் எதிரொளிக்கப்படும் ஒளிக் கற்றையில் புறச் சிவப்புக்கதிர் மட்டும் கண்ணாடிக் கூட்டினுள் தங்கிவிடும். இதனால் செடியின் சுற்றுப்புறத்தின வெப்பநிலை கண்ணாடிக்கூட்டிற்கு வெளியே நீரின் உறைநிலை அளவுக்கு வெப்பநிலை குறைந்தாலும், கூட்டினுள் வெப்பம் பயிர்களுக்குத் தேவையான அளவில் இருக்கும்.

இன்று அமெரிக்காவிலும் ஐரோப்பிய நாடுகளிலும் குளிர் காலப் பயிர்களை மூடி வைக்கப் பயன்படுத்தப்படும் பசுமை இல்லங்கள் கண்ணாடியால் செய்தவை அல்ல. பாலிதீனே இதற்குப் பயனாகிறது. இது கண்ணாடியைவிட இலேசானது, மலிவானது, எவ்வளவு பெரிய உருவிலும் எடுத்தாளத் தகுந்தது. பாலிதீன் சூரிய ஒளியிலுள்ள புற ஊதாக்கதிர்களினால் பாதிக்கப் படுவதால் செதில் செதிளாகப் பெயர்ந்து விடுகிறது. ஆகையால் அமெரிக்காவில் இக் கூடுகளை PVC-யிலும் பல்எஸ்டரிலும் தயாரிக்கலாமா என்பது பற்றி ஆய்வு நடத்தி வருகின்றனர்.

பாலிதீன் கூண்டுகள் மென்மையான இளந்தளிர்களை உறைபனி (frost) யினின்றும் பாதுகாக்க மேல்நாடுகளில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

மெல்லிய பாலிதீன் படலங்களைப் பயிர்க்குழி மீது பரப்பி ஆங்காங்கே துளையிட்டு, துளையிட்ட இடங்களில் விதையை நட்டால், விதை முளை விடுவதற்குத் தேவையான வெப்பம் மண்ணின் மேல்பரப்பில் சீராக நிலவும். நாற்று கிளம்பிய பிறகும் இப் படலத்தை அகற்றத் தேவையில்லை. இது மண்ணோடு மண்ணாகக் கலந்து மண்ணின் ஈரத்தைப் பாது காக்க உதவும்.

பாலையைச் சோலையாக்கும் திட்டம்

பாலிதீன் அல்லது PVC குழாய்களின் மூலம் நீர் பாய்ச்சுவது இப்பொழுது மிகவும் பொதுவான பாசனமுறை. பிளாஸ்டிக் குழாய்களைப் பூமிக்கடியில் புதைக்கலாம். பாக்டீரியாக்களோ, மண்ணில் உள்ள வேதியியற் பொருள்களோ பிளாஸ்டிக்கை

அரிக்கமாட்டா. இக் குழாய்கள் தொய்ந்துவிடும் தன்மையுடையவையாதலால் கரடுமுரடான நிலங்களிலும் ஓடியாமல் மண்பரப்பை ஒட்டிக் கிடக்கும்.

வறட்சியான பிரதேசங்களிலும் நீர்ப்பாசனம் செய்யும் முறையை இஸ்ரேல் நாடு கண்டுபிடித்துள்ளது. பிளாஸ்டிக் குழாய் மூலம் அனுப்பப்படும் நீர் செடியின் வேரில் சொட்டு சொட்டாக விழுமாறு செய்யவேண்டும். இந் நீர்த்திவலையை மணல் உறிஞ்சு முன்பே செடி உள்ளிழுத்துக் கொள்கிறது. இம் முறையைச் செயல்படுத்த ஒரு நீர்த்தொட்டி, ஒரு பெரிய குழாய், அதனின்றும் பிரியும் பல சிறிய பாலித்தீன் குழாய்கள் இவ்வளவே தேவை. இக் கிளைக் குழாய்களில் ஆங்காங்கே சிறு துளையிட்டு, துளையிலிருந்து சொட்டும் நீர் செடியின் வேரில் விழுமாறு நாற்றுகளை நடவேண்டும். சாதாரண நீர்ப்பாசன முறைகளில் ஆகும் நீர் செலவில் 50 சதவீதமே இப் பாசன முறைக்குத் தேவை. உரங்களைப் பாசனத்திற்கான நீரிலேயே கரைத்து விடலாம். இஸ்ரேல் நாட்டின் அராவா (Arava) பாலை வனத்தில் காய்கறித் தோட்டங்களும், பழத் தோட்டங்களும் இப் பாசனமுறை மூலமே பயிர் செய்யப்படுகின்றன. இப் பாலை வனத்தில் ஓர் ஆண்டின் சராசரி மழை இரண்டே அங்குலம் தான். நம் நாட்டின் வறட்சிமிக்க பகுதிகளிலும் இம் முறையை மேற்கொண்டு தரிசு நிலங்களையெல்லாம் சாகுபடிக்குக் கொண்டு வரலாம்.

குளம், குட்டைகளின் அடியில் நல்ல தடித்த பாலிதீன் விரிப்பைப் பரப்பிவிட்டால் நீர்க்கசிவு (seepage) ஏற்படாமல் தடுக்கலாம். அமெரிக்காவில் உடா மாகாணத்தில் ஒரு குளத்தினடியில் போடப்பட்ட பாலிதீன் விரிப்பு பதினான்கு ஆண்டுகளுக்கு மேல் நீர்க்கசிவைத் தடுத்துள்ளது. கோயம்புத்தூர் விவசாயக் கல்லூரியில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின்படி பாலிதீன் படலத்தினால் உறையிடப்பட்ட கற்காரைப் பாசனக் குழாய்கள் நீர்க்கசிவு சிறிதுமின்றி உழைப்பதாகத் தெரிகிறது. பூங்காக்கள், அலங்கார நீர்த்தொட்டிகள் அமைக்கவும் பிளாஸ்டிக் படலங்கள் பயனுறுகின்றன.

அழுகும் பொருள்களைப் பாதுகாத்தல்

பழங்களையும் காய்கறிகளையும் பாலிதீன் பைகளில் அடைத்து வெளிநாடுகளுக்குக்கூட அனுப்பலாம். பாலிதீன் ஈரத்தையும் நீரையும் வெளியேறாமல் பார்த்துக் கொள்ளும். பறிக்கப்பட்ட மலர்களை வாடாமல் பாதுகாக்கப் பாலிதீன் காகிதத்தில் மடித்து

வைத்து ஓரங்களைத் தைத்துவிட வேண்டும். இப் பையினுள்ளிருக்கும் ஈரப்பசையும், கரியமில வாயுவும் மலரின் வாழ்வும் பொலிவும் நீடிக்க உதவுகிறது.

டேவிட் வோப்ஸி (David Vofsi) என்ற இஸ்ரேலிய விஞ்ஞானி நீர் கலந்த பால் போன்ற தோற்றமுடைய பாலிதீன் பூச்சு ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தார். ஆரஞ்சு, வாழைப்பழம், திராட்சை போன்ற பழங்களை வெளிநாட்டிற்கு ஏற்றுமதி செய்யுமுன் இந்த பால்மப்பூச்சை அவற்றின் மேல்பரப்பின்மீது அளித்தால் எட்டு மாதங்கள் வரை பழங்கள் கெடாமல் இருக்கும் என்பது அவர் கூற்று! அழுகாமலும் நீர் வற்றுமலும் இருப்பதால், சாதாரணமாகக் கிடங்குகளில் வைத்திருப்பதைப் போன்று இருமடங்கு நேரம் கூடுதலாகப் பாதுகாக்கலாம். இப் பூச்சு பழத்தின் தோற்றத்தையோ, சுவையையோ, தோலின் நிறத்தையோ, பழத்தின் சத்துப் பொருள்களையோ சிறிதளவேனும் பாதிப்பதில்லை.

பதியன்களைப் பாலிதீன் காகிதத்தில் சுற்றி வெளியூர்களுக்கு அனுப்பலாம். ஒட்டு மாங்கன்று தயாரிப்பில் இரு பதியன்களையும் ஒட்டுவதற்குத் துணிக்குப் பதிலாகப் பாலிதீன் பயன்படுத்தப்பட்டால் பதியன்கள் விரைவில் ஒருங்கிணையும். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கும் பயிர் பரிமாற்றத்திற்கும் உதவும் பொருட்டு ஒரு நாட்டிலிருந்து மற்றொரு நாட்டிற்கு விரைவிலும், எளிதிலும் பதியன்களையும், நாற்றுகளையும் எடுத்துச் செல்வது இன்றியமையாததாகி விட்டது.

மண் தொட்டிகளுக்குப் பதிலாகப் பிளாஸ்டிக் தொட்டிகளைப் பயன்படுத்துவதால் செலவு முக்கால் பங்கு குறையும்.

உயர் ரக விளைச்சலில் நிலத்தின் ஈரத்தைப் பாதுகாக்கவும், களைகள் தோன்றுமல் தடுக்கவும் மரத்தூள், காகிதம், சருகுகள் முதலியவற்றைப் பரப்புதல் வழக்கம். இப் பொருள்களின் இடத்தைப் பாலிதீன் பிடித்துக் கொண்டுவிட்டது. பாலிதீன் துண்டுகளைப் பரப்புவதன் மூலம் 25 சதவிகிதம் கூடுதலான மகசூல் கிடைப்பதுடன், பழங்களின் தரமும் அளவும் உயர்ந்துள்ளதாக உத்தப்பிரதேசம், பூனு, கோயம்புத்தூர் ஆகிய இடங்களிலுள்ள ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் கூறுகின்றன. மிஸ்ஸிஸ்ஸிபி ஸ்டேட் பல்கலைக் கழக விஞ்ஞானிகளின் கண்டுபிடிப்பு விநோதமானது: பழைய ரப்பரைத் தூளாக்கி 5 முதல் 10 சதவீதம் வரை மண்ணில் கலந்துவிட்டால் பயிர் வளர்ச்சி துரிதமடைகிறது.

இவை தவிர பல்வேறு வகைகளிலும் பிளாஸ்டிக் பொருள்களை விவசாயத்தில் பயன்படுத்துகின்றனர். உரங்களையும் தானியங்களையும் பாலிதீன் பைகளில் கட்டி அனுப்புதல், மாட்டுத் தீவனங்களைச் சேமித்து வைத்தல், மரத்திலேயே பழங்களைப் பாதுகாத்தல் ஆகியவை இவற்றில் அடங்கும். பறவைகளைத் திராட்சைத் தோட்டங்களினின்றும் விரட்டப் பிளாஸ்டிக் "ஆலோலம்" தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது!

பிளாஸ்டிக் கழிவுப் பொருள்கள்

இதுவரை பிளாஸ்டிக்கின் புகழ் பாடிவிட்டோம். பிளாஸ்டிக்கினால் ஒரு பெரிய தொல்லையும் உண்டு. பயன்படும் வரை அதன் சிறப்பியல்புகள் நமக்குப் பேருதவி புரிகின்றன. குப்பையில் சேர்ந்த பிறகு மற்ற பொருள்களுக்கு இல்லாத பிரச்சினைகள் எழுகின்றன. உலோகத்தையும் கண்ணாடியையும் மறுபடி உருக்கி வார்க்கலாம். காகிதம், இலை, தழை போன்றவை ஈரத்தில் நனைந்து கூழாகி நொதித்துவிடுகின்றன. அவை யாவும் அங்ககப் பொருள்களாதலால் அவற்றுள் சில கால்நடைத் தீவனங்களாகவும் பயனாகின்றன.

பிளாஸ்டிக் பொருள்களைக் குப்பையிலிருந்து மறுபடி பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துவது இன்னல்மிகுந்த காரியம். இளகவல்ல நெகிழிகளைத் திரும்ப உருக்கலாம். ஆனால், நிரப்பிகள், மென்மையூட்டிகள் ஆகியவற்றை நீக்கிய பிறகுதான் இது இயலும்.

பொதுவாக பிளாஸ்டிக்குகளைப் பாக்டீரியாக்கள் தாக்கமாட்டா. ஆனால், உயிரணுக்களால் சிதைவுறும் (biodegradable) பிளாஸ்டிக் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஹைட்ராக்சிப்ரொபைல் செல்லுலோஸ் எனும் அப்பொருளை நீரில் சிறிது நேரம் நனைத்தால் போதும். அது நிலையிறக்கம் செய்யப்பட்டு விடும்.

அமெரிக்கா, ஜப்பான், ஜெர்மனி போன்ற மேம்பாடடைந்த நாடுகளில் தற்போது நடைபெறும் ஆராய்ச்சிகளில் முதன்மை வகிப்பது சுற்றுப்புறத்தைத் தூய்மையாக வைத்துக்கொள்வதை நோக்கமாகக் கொண்டவையே. இவ்வாராய்ச்சிகளில் சுவாசிக்கும் காற்று, குடிநீர், உண்ணும் உணவு, வெட்டவெளி ஆகியவற்றை மாசுறா வண்ணம் பாதுகாப்பதிலும், தொழில் நகரங்களில் குப்பைகளை அப்புறப்படுத்துவதிலும் எளிய, சிறந்த, சிக்கனமான முறைகளைக் கண்டுபிடிப்பதே குறிக்கோளாகும்.

சுற்றுப்புறத்தைச் சுத்தமாக வைத்திருப்பது பெரும்பாடாகி விட்டது. நாகரிகம் பரவியதின் மறைமுகமான விளைவுகளில் இதுவும் ஒன்று. தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் ஆற்று நீரில் கலக்கப்படுவது உலகமெங்கிலும் காணப்படும் ஓர் அகற்றும் முறையாகும். ஆற்றில் கலக்கப்படும் கரிமக் கழிவுகள் (எத்தகையதாயினும்) சிதைவுற ஆக்சிஜன் தேவை. இந்த ஆக்சிஜன் நீரிலிருந்தே எடுத்துக்கொள்ளப் படுகிறது. இதனால் நீர்வாழ் பிராணிகளான மீன் போன்றவற்றிற்கு ஆக்சிஜன் சப்ளை தடைப்படுகிறது. இக் காரணத்தினால்தான் ஆற்றுநீரில் கலக்கப்படும் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளை அவை சிதைவுறத் தேவையான ஆக்சிஜனைக் கணக்கிட்டு, அது நீர்வாழ் உயிரினங்களைப் பாதிக்குமென்று தோன்றுமாயின் அக் கழிவுகளை ஆற்று நீரில் கலக்கக் கூடாது. பிளாஸ்டிக்குகளை ஆற்று நீரில் எறிவதால் அவை சிதைந்துவிடும் என்று நினைப்பது பெரிய தவறு.

அமெரிக்காவில் தெருவோரம் குவிக்கப்படும் குப்பைகளில் சுமார் 2 சதவீதம் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள். ஆகையால், பிளாஸ்டிக் கழிவுப்பொருள்களை அப்புறப்படுத்த வழிமுறைகள் வரையப்பட்டன. மூன்று முறைகள் தீவிரமான பரிசீலனையி லுள்ளன : (1) குழிகளில் புதைத்தல்; (2) எரிததல்; (3) மறுபடி பயன்படுத்த முயலுதல்.

பிரிட்டனில் ஆஸ்டன் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஜெரால்ட் ஸ்காட் (Gerald Scott) என்பார் ஒரு நூதனமான யோசனை கூறியுள்ளார். பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிக்கையில் சில குறிப்பிட்ட பொருள்களைக் கலந்துவிட்டால், இப் பிளாஸ்டிக்கின் மீது சூரியஒளி விழும்பொழுது கலக்கப்பட் டிருக்கும் பொருள் புற ஊதாக்கதிர்களைச் சூரிய ஒளியினின்றும் பிரித்து உறிஞ்சித் தனித்தியங்கு உறுப்புகளை உருவாக்கும். இவை பிளாஸ்டிக்கை ஆக்சிஜன் ஏற்றம் மூலம் சிதைத்து விடுகின்றன. ஆனால், இவ்வகைப் பிளாஸ்டிக்குகளைக் கழிவில் சேர்க்கும்வரை சூரியஒளி நேரில் படாதவாறு பயன்படுத்த வேண்டும்.

பல்ப்ரொப்பிலீனைப் பொறுத்தவரையில் அப்புறப்படுத்தும் பிரச்சினையிருக்காதென்று தோன்றுகிறது. வைக்கோலுக்குப் பதி லாகவோ, வைக்கோலுடன் கலந்தோ மாட்டுக்குத் தீவனமாக்க லாம். நாளடைவில் நச்சுப் பொருள்களால் நிரப்பப்படாததும், நச்சுத் தன்மையற்றதுமான எந்த ஒரு பிளாஸ்டிக்கையும்

கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்பு உள்ளது. இத்தருணத்தில் இஸ்ரேல் நாட்டில் அண்மையில் தயாரிக்கப் பட்ட கார் ஒன்றினைப் பற்றிக் கூறுவது பொருத்தமாகும். அந்தக் காருக்கு "சுசீதா" எனப் பெயரிட்டனர். இச்சொல்லுக்கு "ஒட்டகக் கார்" (camel car) எனப்பொருள். ஏன் அப்படிப் பெயரிட்டனர் தெரியுமா? இந்தக் கார் தயாரிப்பில் பெரு மளவுக்குப் பயன்பட்ட பொருளான இழைக்கண்ணாடியை ஒட்டகம் மென்று தின்னுமாம்!

• ஜப்பான் நாட்டிலுள்ள ஓசாகா நகர சுகாதாரக் கழகம் (Osaka City Institute of Hygiene) எனும் நிறுவனம் பழைய உடைந்த பிளாஸ்டிக்குகளை வெற்றிடத்தில் உலர்நிலையில் காய்ச்சி வடித்து (dry distillation in vacuum) எரி பொருள்க ளாகவும், பல்வேறு வேதியியற் பொருள்கள் உற்பத்திக்கு அடிப்படைப் பொருள்களாகவும் விளங்கும் வாயுக் கலவை ஒன்றைத் தயாரித்துள்ளனர். இக்கலவையில் மீதேன், ஈதேன். ஹைட்ரஜன் போன்ற வாயுக்கள் பெருமளவில் உள்ளன. இளகவல்ல நெகிழிகள் முற்றிலும் ஆவியாகின்றன. இறுகவல்ல நெகிழிகள் கசடு ஒன்றினைக் கொதிகலனின் அடியில் படிய விடுவதுடன், அதிக அளவு வாயுக்களையும் கொடுக்கின்றன.

பிளாஸ்டிக் கழிவுகளிலிருந்து பெட்ரோலியம் தயாரிக்கும் முறை ஒன்றை ஜப்பான் நாட்டு சான்யோ எலெக்ட்ரிக் கம்பெனி (Sanyo Electric Company) எனும் நிறுவனம் கண்டுபிடித் துள்ளது. இதில் ஹைட்ரஜன் க்ளோரைடு உடன் விளைபொரு ளாகக் கிடைக்கிறது. இச் செயல்முறையின் விவரங்களை அந் நிறுவனம் வெளியிடவில்லை. பெட்ரோலியத்திலிருந்து நம் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையான புரதச்சத்துக்களைத் தயாரிக்கலாம் என்ற நிலை வந்த பிறகு பிளாஸ்டிக்கைப் பெட்ரோலாக மாற்றுவது பற்றி வியப்படையத் தேவையில்லை.

நம்நாட்டுப் பெட்ரோலியத் தொழிலும், பிளாஸ்டிக் தயாரிப்பும்

பிளாஸ்டிக்குகளில் ஒன்றிரண்டைத் தவிர மற்றவை யாவும் மூலப் பொருள்களை இப் புவியினடியில் ஆங்காங்கே மண்டிக் கிடக்கும் பெட்ரோலியத்திலிருந்தே பெறுகின்றன. பெட்ரோலியத்திற்கு 'கரும் தங்கம்' (black gold) என்று மறுபெயரொன்று உண்டு. ஏனெனில், பெட்ரோலியம் ஒரு 'காமதேனு'. பெட்ரோலியத்தைக் காய்ச்சி வடிப்பதன் மூலம் சுமார் இருநூற்று முப்பது பொருள்களைப் பெறலாம். அதாவது, அது இருநூற்றிற்கும் மேற்பட்ட பொருள்களின் ஒரு கலவை யாகும்.

மற்ற நாடுகளைவிட நம்நாடு பிளாஸ்டிக் உற்பத்திக்குப் பெட்ரோலியத்தை அதிகமாக நம்பியுள்ளது. ஐந்தாறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பம்பாய் அருகே துவக்கப்பட்ட இரு பெரிய பெட்ரோலிய வேதியியற் தொழிற்சாலைகள் (petro-chemical complex) பிளாஸ்டிக் தொழில் வளர்ச்சிக்கு ஊக்கம் அளித்தன. இவை பிளாஸ்டிக்குகள் பலவற்றிற்கும் இன்றியமையாததான எதிலீனை ஆண்டிற்கு 80,000 டன்கள் என்ற வீதத்தில் தயாரித்தளித்தன. பெட்ரோலிய கெமிகல் கார்ப்பரேஷன் தற்போது நிறுவியுள்ள தொழிற்சாலை ஆண்டொன்றுக்கு 1,30,000 டன்கள் எதிலீனையும், 80,000 டன்கள் ப்ரொபிலீனையும், 30,000 டன்கள் ப்யூட்டா டையீனையும், சம அளவிற்கு ஸ்டைரீனையும் உற்பத்தி செய்வதைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டுள்ளது. 1973-74 ல் நம் பிளாஸ்டிக் தேவை 2,50,000 டன்கள் என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இத் தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய சென்னை சுத்திகரிப்பாலையையொட்டி ஓர் இரசாயன உற்பத்தித் தொழிற்சாலையும், அதே போன்று கல்கத்தா அருகிலுள்ள ஹால்டியா சுத்திகரிப்பாலையையொட்டி ஓர் இரசாயன உற்பத்தித் தொழிற்சாலையும் நிறுவ வேண்டும் என்று ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. குஜராத்தில் நிறுவப்படவிருக்கும் கோயாலி (Koyali) ஆலையையும், அஸ்ஸாமில் நிறுவப் படவிருக்கும் ஓர் ஆலையையும் பிளாஸ்டிக் தொழில் நம்பிக் கொண்டிருக்கிறது. இந் நம்பிக்கை வீண்போகாமல் இருக்குமானால், பிளாஸ்டிக்குகளில் (சிலிக்கோன் போன்ற ஒன்றிரண்டு தவிர) தன்னிறைவு காண்பது நமக்கு எளிதாகி விடும். ஏற்றுமதி செய்து அந்நியச் செலாவணி சம்பாதிப்பதும் சாத்தியமே.

நம் நாட்டுப் பிளாஸ்டிக் தொழிலின் அடிக்கல் 1926ஆம் ஆண்டில் நாட்டப்பட்டது. இறக்குமதி செய்யப்பட்ட செல்லுலோஸ் தகடுகளிலிருந்தும் தடிகளிலிருந்தும் சோப்புப் பெட்டிகள், பொம்மைகள், சீப்புகள் முதலிய சிறு பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. பங்களா தேசத்திலுள்ள ஜெஸ்ஸூர் எனும் நகரத்தில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட சீப்புகள் மிகவும் பிரபலமானவையாகவிருந்தன.

ஃபீனலிக் பிளாஸ்டிக் பொருள்கள் தயாரிப்பு துவங்கியது 1946ஆம் ஆண்டில் என்றாலும், வார்ப்புத்தூள் 1956ஆம் ஆண்டில்தான் முதன்முதலில் நம் நாட்டில் தயாரிக்கப்பட்டது. இப்பொழுது மூலப் பொருள்களான ஃபீனலும், ஃபார்மால்டிஹைடும் நம் நாட்டிலேயே தயாரிக்கப்படுவதால் (ஃபீனல்

அட்டவணை-14

சில பிளாஸ்டிக்குகளின் தனிப் பயன்கள்

வரிசை எண்	பிளாஸ்டிக்	சிறப்பியல்பு	மிகப் பொருத்தமான பயன்கள்
1.	ஃபீனுலிக் (வலுவூக்கிய)	உயர் வெப்பத்திற்கு ஈடு கொடுக்கும்.	ராக்கெட்டுகள்
2.	மெலமின் பிளாஸ்டிக்	கடினப் பரப்பு கொண்டது, கறைபடாதது.	மேசைகளுக்கான அலங்கார மேற்பரப்புகள்
3.	பல்எஸ்டர்கள் (வலுவூக்கிய)	இழுவலு மிக்கது.	கார்கள், படகுகள், மற்றும் கட்டுமானங்கள்
4.	ஈபாக்சி	முனைவுள்ள தொகுதிகளைக் கொண்டதால் ஒட்டும் இயல்பு கூடுதலாகப் பெற்றது.	எந்த இரு பரப்புகளையும் ஒட்டுவதற்கு.
5.	சிலிக்கோன்	ஒட்டா இயல்பு; வினைபடா ஆற்றல்.	செயற்கை உறுப்புகள் (உடலுக்கு)
6.	பல்எதிலீன்	நீர் புகவொட்டாப் பண்பு.	பொருள்களைக் கட்டியனுப்ப.
7.	பல்ப்ரொப்பிலீன்	ஒப்பற்ற வளைப்புத் தன்மை.	பிளாஸ்டிக் கீல்கள்
8.	வினைல் பிளாஸ்டிக்	சுடர் எதிர்ப்பு இயல்பு.	குழாய்கள்
9.	அக்ரைலிக்	ஒளிபுக விடும்; நொறுங்காது.	விமானங்கள்; கண்ணாடிக்கு மாற்றுப் பொருள்
10.	பல்ஸ்டைரீன்	ஒளிபுக விடும்; மின்னிழப்பு மிகக் குறைவு.	உயர் அதிர்வெண் கொண்ட மின்சாதனங்கள்
11.	டெஃப்ளான்	உயர் வெப்பத்திலும் எந்த அமிலத்தாலும் அரிக்கப்படாதது.	தாங்கிகள்
12.	பல்யூரித்தேன்	மிக இலேசானது முதல் கடினமானது வரை எந்த நுரையாகவும் தயாரிக்கலாம்.	செயற்கைத் தோல்; மெத்தை, தலையணை.
13.	பல்வினைல் ஆல்கஹால்	நீரில் கரையும்.	ஈரத்தில் வலுவிழக்கா ஆற்றல் கொடுக்க.

பெட்ரோலியப் பொருள்களி லிருந்தும், ஃபார்மால்டிஹைடு இந்திய உர கார்ப்பரேஷனின் தொழிற்கூடத்திலும் தயாரிக்கப் படுகின்றன) ஃபீனலிக்குகளில் நம் நாடு தன்னிறைவு பெற்று விட்டதெனக் கூறலாம்.

யூரியா—ஃபார்மால்டிஹைடு பிசின் நம் நாட்டில் பல ஆண்டு களாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆனால், மெலமின் பிளாஸ்டிக் உற்பத்தி 1965ஆம் ஆண்டில் தான் துவங்கியது. மூலப் பொருள்களில் யூரியாவை இந்திய உர கார்ப்பரேஷன் அளிக் கிறது. மெலமின் இறக்குமதி செய்யப்படுகிறது.

PVC குழாய்களும் மின்கம்பிக் காப்புறைகளும் 1950ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்டன. PVC-ன் மூலப் பொருளான வைனைல் க்ளோரைடு எதிலீனிலிருந்தும், அசிட் டலினிலிருந்தும் தொகுக்கப்படலாம். சில நிறுவனங்கள் எதிலீனை யும் மற்றவை அசிட்டலினையும் நம்பியுள்ளன. PVC தகடுகள் 1954ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்டன.

பல்எதிலீன் படலங்கள் தயாரிப்பு 1952ஆம் ஆண்டில் துவங்கியது. பல்ஸ்டைரீன் 1957ஆம் ஆண்டிலும், பல்எஸ்டர் 1961ஆம் ஆண்டிலும் முதன் முதலில் தயாரிக்கப்பட்டன. நுரை வடிவப் பிளாஸ்டிக்குகளும் 1960ஆம் ஆண்டில்தான் உற்பத்தி யாகத் தொடங்கின.

ஈபாக்சி நம் நாட்டில் தயாராகிறது. ஆனால், மூலப்பொருள் களில் ஒன்றான எபிக்ளோர்ஹைட்ரினுக்கு இறக்குமதியை நம்பி யுள்ளோம்.

பல்யூரித்தேன், சிலிக்கோன் பிசின்களின் தயாரிப்பு இன்று வரை துவங்கப் பெற்றதாகத் தெரியவில்லை.

இரண்டாவது உலகப்போர் முடிவடையும் தறுவாயில் பன்னிரண்டு சிறு நிறுவனங்களே பிளாஸ்டிக் தொழிலில் ஈடு பட்டிருந்தன. 1971ஆம் ஆண்டில் சுமார் நூறு பெரிய தொழிற் சாலைகளும், 1800-க்கும் மேற்பட்ட சிறு தொழிற்கூடங்களும் பிளாஸ்டிக் தொழிலை ஒரு தங்கச் சுரங்கமாகக் கருதிச் செயல்பட்டு வருகின்றன.

பிளாஸ்டிக்குகள் உலோகங்களையும் செரமிக்குகளையும் பொறி யியல் துறையினின்றும் அகற்ற முற்பட்டுள்ளன. எனினும், இன்றும் உலோகங்களுக்குப் பொறியியல் துறையில் நல்ல மதிப்பு

உள்ளது. ஏனெனில், சிறந்த தன்மைகளைக் கொண்ட சில பிளாஸ்டிக்குகள் கலைப் பொருள்களைப் போன்று விலையுயர்ந்தவை. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கிலோகிராம் எடையுள்ள கார்பன்—வலுவூக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கின் (CRP) விலை சுமார் ரூ. 2500. மேலும், உலோகங்களுக்குப் பதிலாகப் பிளாஸ்டிக்கைப் பயன்படுத்தும் துணிச்சல் பொறியாளர்களுக்கு வரவில்லை. சில பிளாஸ்டிக்குகளின் தனிப் பயன்கள் அட்டவணை 14-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பிளாஸ்டிக்குகளும் உலோகங்களும் ஒருங்கிணைந்து செயல்பட்டால் இரு தொழில்களுக்கும் நன்மையாகும். உலோகத்தை மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டிய கட்டங்களில் உலோகப் பூச்சு அளிக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக்கைப் பயன்படுத்த முயலலாம். இதனால் உலோகத்தின் செலவு மிச்சமாகும்.

பிளாஸ்டிக்கின் எழுச்சியால் உலோகத் தயாரிப்பு எந்த அளவிற்குப் பாதிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட செய்தியிலிருந்து அறியலாம். அண்மையில் இரு பிரிட்டிஷ் உலோகத் தயாரிப்பு நிறுவனங்கள் 78 சதம் துத்தநாகமும், 22 சதம் அலுமினியமும் கொண்ட ஓர் உலோகக் கலவையைத் தயாரித்துள்ளனர். இது தன்மைகளில் பிளாஸ்டிக்குகளை ஒத்திருக்கிறது. உலோகங்களுக்கு நிகரான பிளாஸ்டிக்குகளைத் தயாரிக்க முயன்றது போக இன்று 'பிளாஸ்டிக்' தன்மை கொண்ட உலோகங்களைத் தயாரிக்க முனைய வேண்டியுள்ளதென்றால், உலோகங்கள் பிளாஸ்டிக்கின் சவாலை ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டிய நிலைக்குத் தள்ளப்பட்டு விட்டன என்றே கருத வேண்டியுள்ளது.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(BIBLIOGRAPHY)

1. Elements of Materials Science — Van Vlock 1964

2. Radio and Electronic Materials — Bogoroditskii, Pasynkov 1967

3. Outlines of Chemical Technology — Charles E. Dryden 1965

4. Structure and Properties of Materials Volumes I to IV — John Wulff, William Moffatt, George Pearsall 1964

5. Modern Materials (Advances in Development and Applications) — Edited by Henry Hausner 1962

6. Polymer Technology — D. C. Miles, J. H. Briston 1965

7. Technology of Plastics — Davies

8. Principles of Chemistry — Paul Ander & Sonessa 1965

9. Organic Chemistry — Ferguson 1958

10. Engineering Materials Science — Cedric Richards 1961

11. Applied Organic Chemistry—Kilner and Sanmel 1960

12. Materials of Construction —R. C. Smith 1966

13. Plastics—Theory and Practice —Charles Winding R. Leonard Hasche 1947

14. Fundamentals of Plastics —Edited by Henry M. Richardson & F. Watson Wilson

15. Handbook of the Engineering Sciences —Potter

16. Chemical Constitution and Props. of Engg. Materials—P. C. Carman 1949

17. Plastics, Rubber and Fibres Materials for Man's use—Lawrence W. Chubb

18. Modern Chemical Discoveries —Richards Clements

19. Advanced Materials —Carrol Porcyuski 1962

20. Biomedical Telemetry —R. Stuart Mackay 1970

21. Engineering Materials —Edited by H. J. Sharpe 1966

22. Materials Selection for Process Plants —R. E. Gackenbach 1960

23. Why you won't fall thro' the floor —J. E. Gordon 1968

அறிவியல் ஏடுகள்

1.	Wealth of India Part VII	—CSIR Publication	1971
2.	Plastics Today (Quarterly)	—A number of issues	
3.	Science Today	— ,,	
4.	Science Reporter	— ,,	
5.	Paintindia Vol. XXII No. 8	—	August'72
6.	Chemtech	—	May'72
7.	Chemical Engineering World	—	June'72
8.	Encyclopaedia of Chemical Technology Vols. 1, 4 & 15. (II Edition)	—Kirk Othmer	
9.	Indian Chemical Journal Vol. 11 No. 5	—	Nov'67
10.	Journal of the American Concrete Institute Vol. 69 No. 1	—	Jan'72
11.	Advances in Materials (Proceedings of a symposium organised by the North western Branch of the Institution of Chemical Engineers held at Manchester during the summer of 1964)—Pergaurann Press,		1966

and

a few other magazines and books.

கலைச்சொற்கள்

A

Abhesiveness — ஒட்டாத பண்பு
Abrasion — தேய்மானம்
Abrasive — தேய்க்கும் பொருள்
Absorption — உறிஞ்சல்
Abundance — மலினம்
Accelerator — முடுக்கி
Acid anhydride — அமில நீரிலி
Addition — சேர்ப்பு, கூட்டல்
Addition Polymerisation — கூட்டுவினைப் பலபடியாக்கல்
Addition Reaction — கூட்டுவினை
Adhesion — ஒட்டுதல்
Adhesive — ஒட்டுவிப்பி
Adsorption — பரப்பு ஊன்றுகை
Aggregation — திரள்
Alignment — இணைப்பொருமை
Alkali, caustic — கடுங்காரம்
,, , mild — மென்காரம்
Alkali metals — எரிகாரவகை உலோகங்கள்
Allotropes (or polymorphs) — புறவேற்று உருவங்கள்
Alloy — உலோகக் கலவை
Amorphous — படிக உருவற்ற
Analysis — பகுப்பு
Anhydride — நீரிலி
Anhydrous — நீரற்ற
Anion — நேர் அயனி
Annealing — கட்டுப்படுத்தி ஆற்றுதல்
Anode — நேர்மின்முனை

Antioxidant — ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பான்
Apparatus — சாதனம், கருவி
Application — பயன்
Approximate — தோராயமாக
Aqueous — நீரிய
Arc — மின்வில்
Arc resistance — மின்வில் (தடை) சுடர் எதிர்ப்பு
Area of cross-section — குறுக்குப் பரப்பு
Asbestos — கல்நார்
Atactic — கட்டுக்கோப்பற்ற
Atmosphere — வாயுச் சூழல்
Atmospheric pressure — வளி அழுத்தம்
காற்று மண்டல அழுத்தம்
Autoclave — அழுத்தக் கலன்
Azeotrope — கொதிநிலை மாறாக்கலவை

B

Band — பட்டை
Base — தளம்
Batch process — பந்தி முறை
Battery — மின்கல அடுக்கு
Beads — முத்துக்கள்
Bearing — தாங்கி
Biodegradable — உயிரணுக்களால் சிதைவுறும்
Bitumen — பிட்டுமன், புகைமிகு நிலக்கரி
Blow extrusion — ஊதிப் பிழிதல்
Blow stick — ஊதுகுச்சி
Boiler — கொதிகலன்
Boiler Scale — கொதிகலச் செதில்
Bolt — திருகாணி
Bond — பிணைப்பு
Bond energy — பிணைப்பு ஆற்றல்
Bond, covalent — சகபிணைப்பு
Bond, double — இரட்டைப் பிணை
Bond, ionic — அயனிப் பிணைப்பு
Bond, metallic — உலோகப் பிணைப்பு
Bond, single — ஒற்றைப் பிணை
Bond, triple — முப்பிணை
Branched chain — கிளைச் சங்கிலி
Braker plate — தடைத் தகடு

Brittle — நொறுங்கும் இயல்புள்ள
Brittleness — நொறுங்கும் தன்மை
Byproduct — உடன் விளைபொருள்

C

Calculate — கணக்கிடு
Calculation — கணக்கீடு
Capacity — கொள்ளளவு, தேக்குத்திறன்
Carbon black — கருங்கரி
Casting — வார்ப்படம், ஊற்றி வார்த்தல்
Catalysis — வினைவேக மாற்றம்
Catalyst — வினைவேக மாற்றி, வினையூக்கி
Cathode — எதிர்மின் முனை
Cellular structure — செல் அமைப்பு
Centrifuging — மையம் விட்டோடல்
Ceramics — பீங்கான் சாமான்கள்
Chain inhibitor (stopper) — சங்கிலி ஒடுக்கி
Chain reaction — சங்கிலித் தொடர்வினை
Charge — மின்னேற்றம்
Chemistry, Inorganic — கனிம வேதியியல்
,, , Organic — கரிம வேதியியல், அங்கக வேதியியல்
,, , Theoretical — அறிமுறை வேதியியல்
China clay — வெண் களிமண்
Cis-trans Isomerism — ஒருபக்க மாறுபக்க மாற்றியம்
Coagulation — திரிதல்
Coal gas — நிலக்கரி வாயு
Coal tar — கரித்தார்
Coating — பூச்சு
Co-efficient of thermal expansion — வெப்பவிரிவுக் குணகம்
Coke — கல்கரி
Colourability — வண்ணமேற்புத் தன்மை
Colourant — சாயப் பொருள், நிறமேற்றி
Combustion — எரிதல்
Compatibility — இணக்கம்
Complex — அணைவு
Complexion — அணைவு அயனி
Compound — சேர்மம்
Compounding ingradients — கலவைப் பொருள்கள்
Compressed — அமுக்கப்பட்ட

Compressibility — அமுக்கப்படும் இயல்பு
Compression — இறுக்கம், அழுத்தம்
Concentrated — செறிந்த, அடர்ந்த
Concentration — செறிவு, அடர்வாக்கல், அடர்ப்பித்தல்
Concentric — பொது மைய
Concrete — கற்காரை
Condensation — சுருக்குவினை, குறுக்கவினை
Condensation polymerisation — சுருக்குவினைப் பலபடியாக்கல்
Conductance — கடத்துத்திறன், மின் கடத்துமை
Constant — மாறிலி
Contamination — மாசுபடல்
Continuous process — தொடர்ச்சி முறை
Conveyor belt — ஓடும் நாடா, சுமந்து செல்லும் நாடா
Core — உள்ளகம்
Corn waste — தானியக் கழிவு
Corrosion — அரிமானம்
Cotton linters — பஞ்சின் குட்டையான இழைகள்
Cracking — பிளத்தல்
Creep — சரிதல்
Crosslink — குறுக்குப் பிணைப்பு
Crystalline — படிகமான
Curing — பக்குவமாக்கல்
Current — மின்னோட்டம்
Curve — வளைகோடு
Cyclic process — சுற்று முறை

D

Damping — சமனப்படுத்துதல்
Decomposition — சிதைவு
Define — வரையறு, இலக்கணங் கூறு
Definition — வரையறை, இலக்கணம்
Degradation — நிலையிறக்கம்
Dehydrated — நீர் நீக்கப்பட்ட
Dehydration — நீர் நீக்கம்
Detection — கண்டறிதல்
Diagram — விளக்கப் படம்
Dialysis — கூழ் பிரிப்பு
Diamond — வைரம்

Dibasic — ஈர் உப்புமூலத் திறனுள்ள
Die — வடிவச்சு
Die, slot — நீண்ட குறுகிய அச்சு
Dielectric breakdown — மின் கடத்தாப் பொருளின் நிலைகுலைவு
Dielectric constant — மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலி
,, loss — மின்னிழப்பு
Dilute — நீர்த்த
Dimensions — பரிமாணங்கள்
Dimensional stability — பரிமாண நிலைப்புத்தன்மை
Dimer — இருபடி
Dipole — இருமுனையி
Discrete — தனித்த
Dispersion — குழம்பு, சிதறல்
Dispersed phase — பிரிகை நிலைப்பொருள்
Dispersion medium — பிரிகை நிலை ஊடகம்
Drill — துளையிடும் கருவி
Drying oil — உலரும் எண்ணெய்
Ductile — கம்பியாக நீட்டப்படும் தன்மையுள்ள

E

Ejector pins — வெளித்தள்ளும் ஆணிகள்
Elasticity — மீட்சி, மீள் தன்மை
Elastomer — நீட்சி நெகிழி
Electric field — மின் புலம்
Electrode — மின்முனை
Electronegative — எதிர்மின் தன்மைமிக்க
Electrophilic reagent — எலெக்ட்ரான் கவர்வினைபொருள்
Element — தனிமம்
Empirical — அனுபவத்தால் பெறப்பட்ட
,, formula — அனுபவபூர்வ வாய்பாடு
Emulsion — பால்மம்
Emulsifier — பால்மம் ஆக்கி
Energy — ஆற்றல்
Energy, kinetic — இயங்கு ஆற்றல்
Energy vibrational — அதிர்வு ஆற்றல்
Equilibrium — சமநிலை
Equipment — சாதனம்
Esterification — எஸ்டர் ஆக்கல்

Example — மேற்கோள், எடுத்துக்காட்டு
Exchange — பரிமாற்றம்
Exothermic reaction — வெப்பம் உமிழ்வினை
Extrudate — பிழியப்பட்ட
Extruder — பிழி கருவி
Extrusion — பிழிந்து வார்த்தல்

F

Fabrication — கட்டமைப்பு
Fatty acid — கொழுப்பு அமிலம்
Fibre — இழை, நார்
Filament winding — கம்பிச் சுற்றுமுறை
Filler — நிரப்பி
Film — ஏடு, படலம்
Film, tubular — குழாய்ப் படலம்
Flame — சுடர்
Flexural strength — வளைவியல் வலு
Flow (plastic) — பாய்வு (நெகிழ்வு நிலை)
Flow properties — ஓடும் தன்மை
Fluid — பாய்மம்
Fluid coupling — பாய்ம இணைப்பு
Fluidity — பாய்மத்தன்மை
Fluid pressure — பாய்ம விசை
Flux — இளக்கி
Foam — நுரை
Free electrons — கட்டில்லா எலெட்ரான்கள்
Free radical — தனித்தியங்கு உறுப்பு
Frequency — அதிர்வெண்
Freezing point — உறைநிலை
Friction — உராய்வு
Frothing — நுரைத்தல்
Fuel — எரிபொருள், எரிமம்
Functionality — வினைமுனை எண்
Furnace — உலை
Fusion point — உருகுநிலை

G

Gas — வாயு, வளி
Gel — களி
Glass reinforced polyester — கண்ணாடியால் வலுவூக்கப்பட்ட பல்எஸ்டர்

Graft polymer — ஒட்டுப் பலபடி
Gram molecule — கிராம் மூலக்கூறு
Granulated — ரவையாக்கப்பட்ட
Granules — சிறுமணிகள்
Graph — வரைபடம்
Groups, functional — வினைத்திறன்மிக்க முனைகள் (தொகுதிகள்)

H

Halogens — உப்பீனிகள்
Hardener — கடினப்படுத்தும் பொருள்
Hardness — கடினத்தன்மை
Hard water — கடினநீர், வன்னீர்
Heat capacity — கனல் ஏற்புத்திறன்
Heterogeneous — சமச் சீரற்ற
Hexamethelene tetramine (Hexa) — அறுமெதிலீன் நாலமீன் (ஹெக்சா)
Hollow — உள்கூடான
Homogeneous — ஓரினத்தான
Humidity — ஈரப்பதன்
Hydrated — நீரேற்றப்பட்ட
Hydraulic accumulator — நீரியக்கச் சேமக்கலம்
Hydrocarbon, saturated — நிறைவுற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்
Hydrocarbon, unsaturated — நிறைவுறுத ஹைட்ரோ கார்பன்
Hydrogen bond — ஹைட்ரஜன் இணைப்பு
Hydrogen bonding, local — தன்னக ஹைட்ரஜன் இணைப்பு
Hydrolysis — நீராற் சிதைவு
Hygroscopic — நீர் உறிஞ்சும்

I

Impact strength — தாக்கு வலிமை
Impurity — மாசு
Incandescent state — வெண்சுடர் நிலை
Index — குறிமுள்
Inert — வினைத்திறனற்ற
Inflammable — தீப்பற்றக்கூடிய
Infra red rays — புறச் சிவப்புக் கதிர்கள்
Inhibition — தடுத்தல்
Initiator — துவக்கி
Inset — உள்ளமைப்பு

Insulator — அரிதிற் கடத்தி
Insulation, Electrical — மின் காப்பீடு
„ Thermal — வெப்பக் காப்பீடு
Intermediate — இடைநிலைப் பொருள்
Ion — அயனி
Ion Exchange resin — அயனிப் பரிமாற்றுப் பிசின்
Isomerisation — மாற்றுருதல்
Isomerism — மாற்றியம்
Isotactic — ஒருபக்க

L

Lacquer — மெருகு லாக்கர்
Laminate — தகடு
Lamination — தளம் கொண்டு வலுவாக்கல்
Latex — ரப்பர் பால்
Leak — கசிவு
Light oil — குறை செறிவு எண்ணெய்
Lining — உள்ளுறை
Link — கண்ணி
Liquid — நீர்மம்
Lubricant — உயவுப் பொருள், மசகு

M

Magnetic tape — காந்த நாடா
Mandrel — சுழற்தண்டு, அச்சாணி
Mass — பொருண்மை
Mastication — அரைத்துக் கூழாக்குதல்
Maximum — பெருமநிலை, உயர்ந்த பட்ச
Mechanism — வழிமுறை, இயங்கு முறை
Medium — ஊடகம்
Mica — மைகா, அபிரகம்
Microscope — நுண்ணோக்கி
Mild (or weak) — வீரியமற்ற
Minimum — சிறுமநிலை, அதம
Mixer — கலக்கி
Mixture — கலவை
Modifier — திருத்தி
Modulus, Elastic (or Young's) — மீட்சிக் குணகம்
Molecular rearrangement — மூலக்கூறு இடமாற்றம்

Molecular weight,
,, weight average — எடைசராசரி மூலக்கூறு எடை
,, number average — எண் சராசரி மூலக்கூறு எடை
Moles — கிராம் மூலக்கூறுகள்
Monomer — ஒருபடி
Monomeric unit — ஒருபடிக் கூறு
Mould — வார்ப்பு அச்சு
Moulding — வார்ப்பு, வார்ப்படம்
,, powder — வார்ப்புத்தூள்
,, automatic — தானியங்கு முறை
,, blow — ஊதிவார்த்தல்
,, compression — அழுத்த வார்த்தல்
,, hand — கை முறை
,, Injection — பீச்சி வார்த்தல்
,, Semiautomatic — பாதித் தானியங்கு முறை
,, Transfer — மாற்றி வார்த்தல்
Mould releasing lubricants — வார்ப்பை விடுவிக்கும் உயப் பொருள்கள்

N

Network — வலையமைவு
Neutralise — நடுநிலையாக்கு
Non-polar — முனைவற்ற
Nozzle — குழாய் முகப்பு
Nucleophilic reagent — கருக்கவர் வினைபொருள்

O

Octet — எட்டெண் கூட்டம்
Osmotic pressure — பரவலழுத்தம்

P

Pellet — சிறு உருண்டை
Pigment — நிறப்பொருள்
Plastic — நெகிழும்
Plastics — பிளாஸ்டிக்குகள், நெகிழிகள், குழைமங்கள்
Plastic deformation — நிலையான உருமாற்றம்
Plasticiser — மென்மையூட்டி
Platens — அழுத்தும் பகுதிகள்
Plunger — உந்துதண்டு, அழுத்தும் கருவி

Polar — முனைவுள்ள
Polarisability — முனைவுகொள் திறன்
Polarisation — முனைகொள்ளல்
Polyesters — பல்எஸ்டர்கள்
Polymer — பலபடி
Polymerisation — பலபடியாக்கல்
Co— — இணைப் பலபடியாக்கல்
Homo— — ஓரினப் பலபடியாக்கல்
Polymer Science — பலபடியியல்
Polyvinyl chloride — பல்வினைல் க்ளோரைடு
Position — இருக்கை
Precipitate — வீழ்படிவு
Preheating — முற்சூடுபடுத்தல்
Pressure — அழுத்தம்
Pressure forming — அழுத்த ஆக்கல்
Primary bonds — முதனிலைப் பிணைப்புகள்
Printed circuit — பதிவு மின்சுற்று
Processing — செயல் முறை, செய்முறை
Product — விளைபொருள்
Properties — இயல்புகள், தன்மைகள், பண்புகள்

R

Radiation — கதிர் வீச்சு
Ram — உந்து அச்சு
Rare-earth metals — அருமண் உலோகங்கள்
Rate — வீதம்
Raw Materials — கச்சாப் பொருள்கள், மூலப் பொருள்கள்
Reactant — வினைபடு பொருள்
Beactive hydrogen — திறன்சேர் ஹைட்ரஜன்
Residue — கசடு
Resin — பிசின்
Ribbed sheet — தடம் கொண்ட தகடு
Rivet — அறையாணி
Rod — தடி
Ruby — கெம்புக்கல்

S

Sandwich structure	— உடுக்கை அமைப்பு
Saturated	— நிறையுற்ற
Secondary bonds	— துணைப்பிணைப்புகள்
Shellac	— அரக்கு
Softening	— இளகும்
Soft water	— மென்னீர்
Sol	— கரைசால்
Solder	— பற்ருசு
Solid	— திண்மம்
Specific heat	— சுயவெப்பம்
Specific volume	— தற் கொண்மை
Spinneret	— நுண் துளை முகப்பு
Spring	— சுருள் வில்
Stabiliser	— நிலை நிறுத்தி
Stereospecific	— தொகுதி இருக்கை நிர்ணயிக்கும்
Stiffness	— விறைப்புத் தன்மை
Strain	— திரிபு
,, Internal	— உள் திரிபு
,, residual	— நீக்கப்படாத திரிபு
Strength	— வலு, வலிமை, வலிவு
Stress	— தகைவு
Stress crack resistance	— தகைவு வெடிப்பு எதிர்ப்புத்திறன்
Structure	— அமைப்பு
Structural formula	— வடிவ வாய்பாடு
,, materials	— கட்டுமானப் பொருள்கள்
Supercooled	— மிகையாகக் குளிர்விக்கப்பட்ட
Surface area	— புறப் பரப்பு
Suspension	— கலங்கல்
Swells	— பருத்துப் பெருகும்
Symmetrical	— சமச்சீருள்ள
Syndiotactic	— மாறுபக்க
Synthesis	— தொகுப்பு

T

Tackiness	— பிசுக்குத் தன்மை
Temperature	— வெப்பநிலை
Tensile strength	— இழுவலு, நீட்சிவலு
Theoretical	— அறிமுறை

Thermal conductivity — வெப்பம் கடத்து திறன்
Thermodynamics — வெப்ப ஆற்றலியல்
Thermoforming — வெப்ப ஆக்கல்
Torpedo — சுருட்டை யொத்த தடுப்பு
Toughened — விறைப்பாக்கப்பட்ட
Tower — கோபுரம்
Track — கரித்தடம்
Transformer — மின்னழுத்த மாற்றி
Transmitter — ஆற்றல் பரப்பி
Trimer — முப்படி

U

Ultraviolet rays — புறஊதாக் கதிர்கள்
Unit — கூறு
Unreacted — வினைப்படாத
Unsaturated — நிறைவுறாத, அடைபடாத
Unstable — நிலையற்ற
Upper limit — மேல்வரை

V

Vacuum — வெற்றிடம்
,, distillation — வெற்றிட வடித்துப் பகுத்தல்
,, forming — வெற்றிட ஆக்கல்
Valve, safety — பாதுகாப்பு ஒருவழிக் கதவு
Van der Waal's force — வாண்டர் வால் ஈர்ப்பு
Velocity — திசை வேகம்
Vibration — அதிர்வு
Viscosity — பாகியல், பாகுத்தன்மை
Volume — பருமன், கொள்ளளவு
Vulcanisation — ரப்பர் பதனிடல், வல்கனைசேஷன்

W

Warping — வடிவக் குலைவு
Waste — கழிவு
Welding — உருக்கிப் பிணைத்தல், பற்ற வைப்பு
Whiting — வெள்ளை
White lead — ஈயவெள்ளை
Wind shield — காற்றுத் தடுப்பான்

X

Xerography — உலர் புகைப்படக் கலை

X-ray — எக்ஸ்-கதிர்

Y

Yield point — இளகு நிலைப் புள்ளி